

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΜΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΖΩΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

Παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) στη Μαγνησία και σύγκριση της αποτελεσματικότητας ορισμένων συστημάτων παγίδευσης.

Χατούρας Απόστολος

Βόλος 2019

**Παρακολούθηση των πληθυσμών του δάκου της ελιάς (*Bactrocera oleae*) στη
Μαγνησία και σύγκριση της αποτελεσματικότητας ορισμένων συστημάτων
παγίδευσης.**

Χατούρας Απόστολος

Τριμελής συμβουλευτική επιτροπή

Παπαδόπουλος Νικόλαος	Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας του τμήματος Γ. Φ. Π. Α. Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας	Επιβλέπων
Αθανασίου Χρήστος	Καθηγητής Εντομολογίας του τμήματος Γ. Φ. Π. Α. Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας	Μέλος
Βέλλιος Ευάγγελος	Επίκουρος Καθηγητής Φυτοπαθολογίας του τμήματος Γ. Φ. Π. Α. Π. του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας	Μέλος

Copyright © ΧΑΥΤΟΥΡΑΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ, 2019

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εκπονήθηκε κατά τα έτη 2017- 2018 στο Εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Ευχαριστώ θερμά και από καρδιάς, τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής μου διατριβής, καθηγητή Εφαρμοσμένης Εντομολογίας του τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Παπαδόπουλο Νικόλαο για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση, την κρίση και την συμβουλευτική του, καθ' όλη τη διάρκεια εξέλιξης της διατριβής μου αυτά τα δύο έτη.

Ευχαριστώ επίσης τους διδάκτορες κα Παπαναστασίου Στέλλα και κ. Ιωάννου Χαράλαμπο, για την υπομονή, την καθοδήγηση και τις απαντήσεις τους στα πολλαπλά ερωτήματα που τους απηύθυνα όλο αυτό το χρονικό διάστημα.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω και να αφιερώσω την μεταπτυχιακή μου διατριβή στην οικογένειά μου και ιδιαίτερα στη σύζυγό μου και τα δυο μου παιδιά, για την υπομονή και κατανόησή τους στην “αντικοινωνική” μου συμπεριφορά τα τελευταία αυτά δύο έτη.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η ελιά θεωρείται ένα από τα αρχαιότερα καλλιεργούμενα είδη, με αξιοσημείωτη οικονομική και πολιτισμική σημασία όχι μόνο για τις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου όπου από την αρχαιότητα καλλιεργείται, συγκεντρώνοντας το μεγαλύτερο αριθμό των παγκόσμια καλλιεργούμενων δένδρων αλλά και όλο τον υπόλοιπο κόσμο.

Η Ελλάδα κατέχει την τρίτη θέση της παγκόσμιας παραγωγής σε ελαιόλαδο και βρώσιμες ελιές και διαθέτει ένα ιδιαίτερα μεγάλο αριθμό καλλιεργούμενων ποικιλιών. Στη Μαγνήσια η καλλιέργεια της ελιάς θεωρείται μια από τις σημαντικότερες εάν όχι η σημαντικότερη. Περιοχές όπως το Πήλιο, η ευρύτερη περιοχή του Αλμυρού και οι Σποράδες έχουν μεγάλη παράδοση στην ελαιοκομία. Το τεράστιο, αμείωτο και εντεινόμενο οικονομικό ενδιαφέρον για την καλλιέργεια της ελιάς και των προϊόντων της σε παγκόσμιο επίπεδο, αντανακλά και στις προσπάθειες για την αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση των κυριότερων εχθρών και ασθενειών της.

Ο δάκος της ελιάς, ως κυριότερος και καταστροφικότερος εχθρός της είναι άρρηκτα συνδεδεμένος με την παρουσία της καλλιέργειας ανά τους αιώνες και ανά τον κόσμο, συγκεντρώνοντας το επιστημονικό ενδιαφέρον χωρίς υπερβολή, όλου του κόσμου. Ως μονοφάγο είδος, ο δάκος της ελιάς έχει συγχρονίσει τη βιολογία και τη φαινολογία του ακριβώς πάνω στη φαινολογία της ελιάς είτε αυτή είναι καλλιεργούμενη είτε αυτοφυής, εκφράζοντας συνάμα και τις ιδιαίτερες προτιμήσεις του.

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθεί καθ' όλη την διάρκεια του έτους η δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς στη Μαγνήσια · με έμφαση στις εγκαταλελειμμένες και αυτοφυείς ελιές και να γίνει συγκριτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας παλαιών και νέων ελκυστικών όπως το ελκυστικό Biodelear. Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκαν δύο δίκτυα παγίδων παρακολούθησης του, ένα για την παρακολούθηση της δυναμικής του πληθυσμού του και ένα για την συγκριτική αξιολόγηση τριών ελκυστικών ουσιών όπως, του θειικού αμμωνίου, της Entomela και του Biodelear.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι αυτοφυείς – εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες και οι εμπορικοί ελαιώνες λειτουργούν ως “συγκοινωνούντα δοχεία” για τον πληθυσμό του δάκο της ελιάς υπηρετώντας τον βιολογικό του κύκλο. Αφενός οι αυτοφυείς – εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες “αδειάζουν” την περίοδο που οι εμπορικοί ελαιώνες είναι δεκτικοί προσβολής, αφετέρου “γεμίζουν” την περίοδο του χρόνου

κατά την οποία, δεν υπάρχει διαθέσιμος καρπός για προσβολή στους εμπορικούς ελαιώνες μετά την συγκομιδή, αλλά υπάρχει στους αυτοφυείς ελαιώνες.

Στη συγκριτική αξιολόγηση των τριών ελκυστικών, του θειικού αμμωνίου (As), του Biodelear (Bi) και του Entomela (En), το θειικό αμμώνιο (As) κατέγραψε τις καλύτερες επιδόσεις στο σύνολο της περιόδου των παρατηρήσεων. Η ελκυστικότητα του Biodelear (Bi) δεν διέφερε σημαντικά από εκείνη του θειικού αμμωνίου (As), αλλά ούτε και από του Entomela (En) σε ότι αφορά την προσέλκυση του δάκου της ελιάς, παρά μόνο στην προσέλκυση περισσότερων αρσενικών ατόμων αυτού. Το ελκυστικό Entomela (En) παρουσίασε τις χαμηλότερες συλλήψεις στο δάκο της ελιάς και το υψηλότερο οικολογικό αποτύπωμα σε έντομα μη στόχους, διαφέροντας σημαντικά από το θειικό αμμώνιο (As), όχι όμως και από το Biodelear (Bi) στις συλλήψεις ατόμων του δάκου. Το παραπάνω ελκυστικό διαφέρει σημαντικά από το Biodelear (Bi) και το θειικό αμμώνιο (As) στις συλλήψεις άλλων ειδών εντόμων.

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής αποκωδικοποιούν κατά το μέτρο του δυνατού, τις μεταβολές στην δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς στην περιοχή της Μαγνησίας, αναδεικνύοντας συνάμα τον ρόλο των αυτοφυών – εγκαταλελειμμένων ελαιώνων, γεγονός το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψιν κατά την ανάπτυξη και εφαρμογή των στρατηγικών αντιμετώπισης του. Παράλληλα η σύγκριση της αποτελεσματικότητας των τριών ελκυστικών, αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση στη χρήση νέων ελκυστικών ουσιών, για την παρακολούθηση του δάκου της ελιάς.

Λέξεις κλειδιά: *Bactrocera oleae*, δυναμική του πληθυσμού, παγίδα McPhail, αυτοφυής, εμπορικός, παρακολούθηση πληθυσμού, ελκυστικά, αποτελεσματικότητα.

SUMMARY

The olive is considered to be one of the oldest cultivated species, with remarkable economic and cultural importance not only for the countries of the Mediterranean basin, where it is cultivated since antiquity, gathering the largest number of world-grown trees and the rest of the world.

Greece is the third-largest producer of olive oil and edible olives worldwide and has a very large number of cultivated varieties. In Magnesia prefecture, the olive cultivation is considered one of the most important, if not the most. Areas, such as Pelion, the wider area of Almyros and Sporades have tradition in olive cultivation. The enormous, demanding for olive oil and increasing economic interest in cultivating olives and their products globally is connected with efforts to protect the crop from pests and diseases.

The olive fruit fly, *Bactrocera oleae* is the most prolific and devastating pest of olive cultivation. Intense efforts to control this pest have been applied for many years. As a monophagous species, the olive fruit fly has synchronized its biology and phenology precisely on the phenology of the olive tree, either cultivated or wild growing, expressing its particular preferences.

The aim of the current Master's thesis was to study the dynamics of olive fruit fly populations in Magnesia throughout the year, with emphasis on abandoned and cultivated olive trees. We also compared the performance of the new attractant Biodelear with that of Ammonium Sulphate and Entomela. For this purpose, two networks of attractant - based traps were installed, one for the monitoring of population dynamics of olive fruit fly and one for the comparative assessment of three attractants such as Ammonium Sulphate, Entomela and Biodelear.

The results show that wild growing-abandoned olive groves serve as a reservoir facilitating persistence of the population under unfavorable conditions. On the one hand, olive fruit fly populations abandon the wild growing olive groves during the period when the commercial olive groves are susceptible to attack, and on the other hand, they return during the period in which there is no fruit available for infestation in commercial olive groves, after harvest.

In the comparative assessment among the three attractants Ammonium sulphate (As), Biodelear (Bi) and Entomela (En), ammonium sulphate (As) showed the best performance over the entire observation period. The attractiveness of Biodelear (Bi)

did not differ significantly from that of Ammonium Sulphate (As), nor from Entomela (En) in terms of attracting the olive fruit fly, except the attraction of more male individuals. The attractant Entomela (En) captured the lowest number of olive fruit flies and had the highest ecological footprint in non-target insects, varying significantly from ammonium sulfate (As), but not from Biodelear (Bi) in captures of olive fruit flies. Entomela (En) captured significantly more non-target insects than Biodelear (Bi) and Ammonium sulphate (As).

The results of the current Master's thesis depict seasonal changes to the extent possible in the dynamics of olive fruit fly populations in the Magnesia region, while at the same time highlighting the role of wild growing-abandoned olive groves, which should be taken seriously in the development and implementation of any control strategy against this fly. At the same time, comparing the efficacy of the three attractants, this is a first approach to using the new attractant Biodelear to monitor the olive fruit fly.

Key words: *Bactrocera oleae*, population dynamics, McPhail trap, wild growing, commercial, monitoring, attractants, efficacy.

Εγώ, ο Χαυτούρας Απόστολος, είμαι ο συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε.. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού.

Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από τον κο Χατούρα Απόστολο.

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Ιστορική αναδρομή σχετικά με την ελιά και την καλλιέργειά της	1
1.2 Ταξινόμηση και μορφολογία της ελιάς (<i>O.europaea</i>)	1
1.3 Η καλλιέργεια της ελιάς	3
1.4 Οι κυριότεροι εχθροί της ελιάς	4
1.4.1 Ο δάκος της ελιάς <i>Bactrocera oleae</i> (Rossi, 1790)	4
1.4.2 Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς <i>Prays oleae</i> (Bernard, 1788)	4
1.4.3 Το λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς <i>Saissetia oleae</i> (Olivier 1791)	5
1.4.4 Η παρλατόρια <i>Parlatoria oleae</i> (Colvée)	6
1.5 Ο δάκος της ελιάς <i>Bactrocera oleae</i> (Rossi, 1790)	7
1.5.1 Συστηματική κατάταξη	7
1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά	8
1.5.3 Βιολογία - φαινολογία του δάκου	9
1.5.4 Γεωγραφική εξάπλωση	12
1.5.5 Οικονομική σημασία	14
1.5.6 Ευαισθησία ποικιλιών	17
1.6 Η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς	18
1.6.1 Γενικά	18
1.6.2 Χημική καταπολέμηση	19
1.6.2.1 Προληπτική μέθοδος	19
1.6.2.2 Θεραπευτική μέθοδος	20
1.6.3 Βιολογικές μέθοδοι	21
1.6.3.1 Παρασιτοειδή και αρπακτικά του δάκου	21
1.6.3.2 Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί	23
1.6.4 Καλλιεργητικές πρακτικές	23
1.6.5 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι	24
1.6.5.1 Η τεχνική της παρεμπόδισης σύζευξης	24
1.6.5.2 Η τεχνική των στειρωμένων εντομών	24
1.6.5.3 Τεχνολογίες προσέλκυσης και θανάτωσης	26
1.6.5.3.1 Δολωματικοί σταθμοί (bait stations)	26
1.6.5.3.2 Συστήματα μαζικής παγίδευσης	28
1.6.5.3.2.α Παγίδες “υγρού” τύπου	28

1.6.5.3.2.β Παγίδες “ξηρού” τύπου	30
1.7 Σκοπός της διατριβής	31
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	33
2.1 Περιοχή μελέτης	33
2.2 Παγίδες και ελκυστικά	34
2.2.1 Παγίδες	34
2.2.2 Ελκυστικά	35
2.3 Πειραματική διαδικασία	36
2.3.1 Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς	36
2.3.2 Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών	39
2.4 Στατιστική ανάλυση	40
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	41
3.1 Μετεωρολογικό προφίλ της περιοχής	41
3.2 Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς	42
3.3 Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών	54
3.2.1 Δειγματοληψία καρπών	62
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	62
4.1 Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς	62
4.2 Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών	67
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	68
6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	70
7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	93

1. ΓΕΝΙΚΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ιστορική αναδρομή σχετικά με την ελιά και την καλλιέργειά της

Η ελιά ως φυτικό είδος διατρέχει τα βάθη των αιώνων και είναι ένα από τα αρχαιότερα είδη που ο άνθρωπος εξημέρωσε και καλλιέργησε. Αρχαιολογικά ευρήματα αλλά και μελέτη της μορφολογίας ενδοκαρπίων άγριων συγγενών των καλλιεργούμενων ποικιλιών ελιάς, καταδεικνύουν ότι καλλιεργούνταν ελιές από την προϊστορική εποχή (4^η με 3^η χιλιετία π.χ.) και την πρώιμη εποχή του χαλκού, στην περιοχή της Εγγύς Ανατολής (Συρία, Λίβανος, Παλαιστίνη, Ισραήλ, Ιορδανία και Αίγυπτο) (Zohary and Spiegel-Roy, 1975), (Liphschitz *et al.*, 1991). Άλλες αρχαιολογικές έρευνες στην περιοχή Kfar Samir του Ισραήλ εμφανίζουν την 6^η χιλιετία π.χ. ως την περίοδο όπου ήδη καλλιεργούνταν ελιές για την παραγωγή ελαιολάδου (Galili *et al.*, 1997). Η μετανάστευση των ανθρώπων, πιθανώς και η κλιματική αλλαγή (Moriondo, Stefanini and Bindì, 2008) αλλά σίγουρα η οικονομική σημασία της καλλιέργειας της ελιάς και οι εμπορικές συναλλαγές οδήγησαν στην εξάπλωση της σε όλη την λεκάνη της Μεσογείου (Besnard *et al.*, 2002), από Ανατολή προς Δύση και ποιο εντατικά καλλιεργουμένη από την εποχή του χαλκού (Terral *et al.*, 2004). Στην Ελλάδα υπάρχουν ευρήματα ενδοκαρπίων από την Νεολιθική εποχή (4.000 π.Χ. - 2.700 π.Χ.) στη Λάρισα (Σουφλί Μαγούλας), στη Μαγνησία (Διμήνι), στη Μάνη (Runnels and Hansen, 1986) και στη ανατολική Κρήτη (Βάλτος Κουρεμένου) από το τέλος της Νεολιθικής εποχής (2780 π.Χ. – 2525 π.Χ.) (Cañellas-Boltà *et al.*, 2018). Σύμφωνα με άλλους ερευνητές από την εποχή του χαλκού (2.700 π.Χ. - 1.800 π.Χ.) αρχίζει η πιο συστηματική καλλιέργεια της ελιάς στη Κρήτη (Μύρτος, Κνωσσός) (Hamilakis, 1996) και η επέκταση της προς την νησιωτική (Κυκλάδες) και ηπειρωτική Ελλάδα (Μυκήνες) (Runnels and Hansen, 1986).

1.2 Ταξινόμηση και μορφολογία της ελιάς (*O. europaea*)

Η ελιά, (*Olea europaea*) ανήκει στην τάξη των Lamiales, στην οικογένεια των Oleaceae, στο γένος *Olea* και είναι το μόνο είδος που παράγει εδώδιμους καρπούς (Carriero *et al.*, 2002, (Copeland *et al.*, 2004, Seifi *et al.*, 2013). Ως περιοχή καταγωγής του είδους *O. europaea* εικάζεται η Αφρική, αφού τα άγρια είδη *Olea chrysophylla* και *Olea laperrini* που θεωρούνται άμεσοι πρόγονοι του φύονται σε βόρεια Αφρική (Αίγυπτο – Σουδάν) και νότια της ερήμου Σαχάρα αντίστοιχα (Levinson and Levinson, 1984).

Το είδος *O. europaea* εμπεριέχει έξι υποείδη (Besnard *et al.*, 2002, Vargas and Kadereit, 2001), εκ των οποίων το υποείδος *O. europaea* subsp. *europaea* τους τύπους ή ποικιλίες *O. europaea* subsp. *europaea* var. *sativa* ή *O. europaea* subsp. *europaea* var. *europaea* που είναι η καλλιεργούμενη ελιά και το *O. europaea* subsp. *europaea* var. *oleaster* ή *O. europaea* subsp. *europaea* var. *silvestris* που είναι ο πρόγονος και η άγρια μορφή της καλλιεργούμενης ελιάς, η κοινώς αγριελιά (Green, 2002, Besnard and Bervillé, 2000, Breton *et al.*, 2009, Hannachi *et al.*, 2010). Και οι δυο αυτοί τύποι *O.e.* subsp. *europaea* var. *europaea* (καλλιεργούμενος τύπος) και *O.e.* subsp. *europaea* var. *silvestris* (άγριος τύπος) οι οποίοι συνυπάρχουν στη Μεσόγειο, είναι διπλοειδής με ίδιο αριθμό χρωμοσωμάτων $2n=46$, (Bracci *et al.*, 2011), γεγονός που δημιουργεί μέχρι σήμερα αναπάντητα ερωτήματα σχετικά με τον ακριβή τρόπο καταγωγής τους, τον τρόπο δημιουργίας τους (επιλογή κλώνων από τον άνθρωπο, μεταλλάξεις ή υβριδισμός) (Belaj *et al.*, 2007, Besnard and Bervillé, 2000, (Rugini *et al.*, 2016). Κατά μια εκδοχή ο άγριος τύπος *O. europaea* var. *oleaster* δημιουργήθηκε από την διακοπτόμενη καλλιέργεια των ελαιόδεντρων (Levinson and Levinson, 1984).

Γενετικές έρευνες δείχνουν ότι μάλλον οι καλλιεργούμενες ποικιλίες και οι άγριες ελιές είναι διαφορετικοί τύποι του ίδιου είδους *O. europaea*, ενώ η γενετική συγγένεια τους αυξάνει όσο πλησιάζουμε την γεωγραφική περιοχή της Μεσογείου και το αντίθετο συμβαίνει όσο απομακρυνόμαστε από αυτή (Angiolillo *et al.*, 1999). Ο άνθρωπος δημιούργησε τις καλλιεργούμενες ποικιλίες, επιλέγοντας από τα άγρια φυτά εκείνα που εμφάνιζαν μεγαλύτερους καρπούς ή περιεκτικότητα σε λάδι και τα οποία στη συνέχεια αναπαρήγαγε και διέδωσε με την μετανάστευση και το εμπόριο (Lumaret *et al.*, 2004).

Η σταυροεπικονίαση που εμφανίζει το είδος και η αρχέγονη καταγωγή της ελιάς, έχουν δημιουργήσει μια τεράστια δεξαμενή γενετικής παραλλακτικότητα, αλλά επίσης και μια δυσκολία στη διαχείριση και ταυτοποίηση των ποικιλιών (Al-Ruqaie *et al.*, 2016).

Μορφολογικά η ελιά είναι ένα υποτροπικό, ξηροφυτικό, αιωνόβιο, αειθαλές, δένδρο ή θάμνος, με ύψος που μπορεί να φτάσει τα 10-15 μέτρα και με αντίστοιχα μεγάλη διάμετρο κορμού, ο οποίος εμφανίζει εξογκώματα και κοιλότητες. Διαθέτει ασημοπράσινα φύλλα λογχοειδή, λειόχειλα, δερματώδη και μικρά λευκά άνθη που σχηματίζουν βοτρυώδης ταξιανθίες (Σφακιωτάκης, 1996). Ο καρπός της ελιάς είναι

δρύπη αποτελούμενη από το εξωκάρπιο, μεσοκάρπιο και ενδοκάρπιο, ενώ είναι χαρακτηριστικό το φαινόμενο της παρενιαυτοφορίας σε αυτή (Rugini *et al.*, 2016).

1.3 Η καλλιέργεια της ελιάς

Η καλλιέργεια της ελιάς ως μια από τις αρχαιότερες και σημαντικότερες οικονομικά στο κόσμο, αποτελεί την πιο διαδεδομένη καλλιέργεια στη λεκάνη της Μεσογείου με 750.000.000 ελαιόδεντρα, συγκεντρώνοντας άνω του 95% των παγκόσμια καλλιεργούμενων δένδρων, ακολουθεί η Ασία, η Αμερική και η Ωκεανία (Rugini *et al.*, 2016), και το 90% της παγκόσμιας παραγωγής ελαιολάδου (Hatzopoulos *et al.*, 2002). Περισσότερες από 1250 καλλιεργούμενες ποικιλίες ελιάς είναι ήδη γνωστές από 54 χώρες (Ganino *et al.*, 2006), και αρκετές από αυτές έχουν αρχαία καταγωγή, αποτέλεσμα της μίξης αρχαίων ποικιλιών και τοπικών άγριων δένδρων (Cicatelli *et al.*, 2013, Elbaum *et al.*, 2006). Η παγκόσμια καλλιεργούμενη έκταση υπολογίζεται σε 10,65 εκ. εκτάρια και σε 19,26 εκ. τόνους ελιές, με πρώτη χώρα σε παραγωγή την Ισπανία με 2,573 εκ. εκτάρια, δεύτερη την Ιταλία με 1,165 εκ. εκτάρια και τρίτη την Ελλάδα με 0,887 εκ. εκτάρια (FAOSTAT, 2016). Η Ελλάδα διαθέτει αρκετά μεγάλο αριθμό ποικιλιών άνω των εκατό, για την αμιγή παραγωγή ελαιολάδου ή βρώσιμων ελαιών ή και των δυο ταυτόχρονα. Παρά την ύπαρξη μεγάλου αριθμού Ελληνικών ποικιλιών πολύ λίγες από αυτές έχουν μελετηθεί γενετικά και καταχωρηθεί στις παγκόσμιες τράπεζες γενετικού υλικού, αρκετές από αυτές έχουν συγγενές γενότυπο, ενώ ποικιλίες όπως η Κορωνέϊκη, η Καλαμών, η Θρουμπολιά και η Αγουρομάνακο εμφανίζουν αξιοσημείωτη γενετική καθαρότητα (Linos *et al.*, 2014). Εκτός από τις προαναφερθείσες ποικιλίες, άλλες σημαντικά καλλιεργούμενες είναι η Μεγαρίτικη, η Αμφίσσης – Κονσερβολιά, η Χονδρολιά Χαλκιδικής, η Κοθρέϊκη – Μανάκι, η Μαυρολιά Μεσσηνίας, η Λιανολιά Κερκύρας κ.α. (Therios, 2009).

Ο Νομός Μαγνησίας χαρακτηρίζεται από την καλλιέργεια της ελιάς, και περιοχές όπως το Πήλιο, η ευρύτερη περιοχή του Αλμυρού και οι Σποράδες έχουν παράδοση στην ελαιοκομία. Συνολικά καλλιεργούνται περίπου 225.794 στρέμματα, με περίπου 4.064.300 δένδρα (Δ.Α.Ο.Κ., 2014). Κύρια καλλιεργούμενη ποικιλία είναι η μεγαλόκαρπη “Κονσερβολιά Πηλίου” ή αλλιώς ονομαζόμενη Βολιώτικη, Πηλίου Αμφίσσης, Άρτας, κ.α. (*O. europaea* var. *med. rotunda*) η οποία καλλιεργείται επίσης στη Στερεά Ελλάδα, Αιτωλοακαρνανία, Εύβοια κ.α. (Θερίος, 2015). Η “Κονσερβολιά” παράγει επιτραπέζιες ελιές, οι οποίες από το 1994 είναι Προϊόν Ονομασίας

Προέλευσης ως ΄΄Κονσερβολιά Πηλίου Βόλου. Η ποικιλία αυτή είναι σχετικά ανθεκτική στο ψύχος, καλλιεργείται στη Μαγνησία σε υψόμετρο μέχρι τα 450 μέτρα και σε ευνοϊκές συνθήκες μπορεί να δώσει στρογγυλό μεγάλο καρπό βάρους 5,5-8,0 γρ., ο οποίος συγκομίζεται πράσινος ή μαύρος προκειμένου να υποστεί επεξεργασία με φυσική ζύμωση (Σφακιωτάκης, 1996, Θεριός, 2015). Τα τελευταία χρόνια υπάρχει η τάση αντικατάστασης της Κονσερβολιάς Πηλίου ή νέων φυτεύσεων, σε αρδευόμενες, εύφορες περιοχές της Μαγνησίας όπως π.χ. η Νέα Αγχίαλος με τις ποικιλίες Καλαμών και Χαλκιδικής, σύμφωνα με την ζήτηση της αγοράς, αλλά και λόγω της σοβαρής ευπάθειας της Κονσερβολιάς στην βερτισιλλίωση *Verticillium dahliae* (Παναγόπουλος, 1993).

1.4 Οι κυριότεροι εχθροί της ελιάς

1.4.1 Ο δάκος της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790)

Ο δάκος της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) είναι ο πιο σημαντικός και καταστροφικός εχθρός της ελιάς. Ήδη από τον 3^ο αιώνα π.Χ. ο Θεόφραστος αναφέρεται σε ένα ΄΄σκουλήκι που τρώει τον καρπό της ελιάς΄΄ (Γιαμβριάς, 1998, Sagri *et al.*, 2014). Ο δάκος ως αντικείμενο αυτής της διατριβής, θα παρουσιαστεί διεξοδικά στα επόμενα κεφάλαια.

1.4.2 Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς *Prays oleae* (Bernard, 1788)

Ο πυρηνοτρήτης της ελιάς *Prays oleae* (Bernard, 1788, Lepidoptera – Yponomeutidae). Είναι το δεύτερο, μετά το δάκο της ελιάς, πιο σημαντικό έντομο από άποψη οικονομικής ζημιάς, που ενδημεί σε όλες τις περιοχές της λεκάνης της Μεσογείου, όπου καλλιεργούνται ελιές. Είναι μονοφάγο είδος, με τρεις γενιές το χρόνο, αρχής γενομένης με την ανθόβια να αναπτύσσεται από τον Απρίλιο - Μάιο, η καρπόβια τον Ιούνιο – Ιούλιο και τον Σεπτέμβριο – Οκτώβριο η διαχειμάζουσα φυλλόβια (Mazomenos *et al.*, 1999, Gonzalez *et al.*, 2015, Villa *et al.*, 2016). Σε συνθήκες εργαστηρίου προνύμφες του πυρηνοτρήτη ήταν δραστήριες τη νύκτα, ενώ νύκτα ωτοκούσαν τα θηλυκά ενήλικα κατά προτίμηση πάνω σε κάλυκες ανθών ελιάς και επίσης στην κάτω πλευρά των φύλλων (Shehata *et al.*, 2003). Η πιο επιζήμια γενιά θεωρείται η καρπόβια, λόγω της πρόωρης πτώσης των προσβεβλημένων καρπών η οποία μπορεί να ξεπεράσει και το 40% της παραγωγής, εμφανίζοντας μια έξαρση της

προσβολής κάθε τρία χρόνια (Ramos *et al.*, 1998). Οι ποικιλίες Αμφίσσης ή Κονσερβολιά και Μεγαρίτικη ως μεγαλόκαρπες είναι πιο επιδεκτικές προσβολής (Petrakis, 2000). Η αντιμετώπιση του πυρηνοτρήτη βασίζεται σε ψεκασμούς την άνοιξη ενάντιον της ανθόβιας γενιάς και αργότερα εναντίον της καρπόβιας γενιάς όταν ο καρπός αποκτήσει μέγεθος 3-4 χιλ. με εγκεκριμένα χημικά σκευάσματα όπως οργανοφωσφωρικά και πυρεθρίνες. Πολύ καλά αποτελέσματα χωρίς τις επιπτώσεις στο περιβάλλον των συμβατικών σκευασμάτων προκύπτουν από τον ψεκασμό με *Bacillus thuringiensis* (Yamvrias and Young, 1977) ή με σκευάσματα αιθυλενίου (Rosales *et al.*, 2008, Ramos *et al.*, 2008). Βιολογικές μέθοδοι όπως η χρήση διαχυτήρων αιθυλενίου έδωσαν περίπου 40% μείωση της προσβολής (Sabouni *et al.*, 2008), ενώ η μέθοδος παρεμπόδισης της σύζευξης είναι ικανή να μειώσει την προσβολή κάτω από το επίπεδο οικονομικής ζημιάς, αρκεί να εφαρμόζεται συνεχόμενα για 2-3 έτη (Mazomenos *et al.*, 1999, Hegazi *et al.*, 2009, Kikionis *et al.*, 2017).

1.4.3 Το λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς *Saissetia oleae* (Olivier 1791)

Το λεκάνιο ή μαύρη ψώρα της ελιάς *Saissetia oleae* (Hemiptera - Coccidae – *Saissetia*), είναι ενδημικό είδος της Νότιας Αφρικής, με παγκόσμια εξάπλωση (Orphanides, 1990, Byron, *et al.*, 2015). Προσβάλλει φύλλα και βλαστούς απομυζώντας τα, ενώ παράγει μελιτώδη απεκκρίματα πάνω στα οποία δευτερογενώς αναπτύσσονται μύκητες του συμπλόκου της καπνιάς. Η προσβολή από το λεκάνιο προκαλεί αποφύλλωση, ξήρανση κλαδίσκων, μείωση φωτοσύνθεσης, μείωση της ποσότητας και ποιότητας της παραγωγής (Argyriou and DeBach, 1968, Briales and Campos, 1988, Orphanides, 1990, Argon and Rössler, 1993). Το έντομο αναπτύσσει συνήθως μια ή μερικώς δυο γενιές το έτος (Orphanides, 1990), με πολύ ευνοϊκές συνθήκες ίσως και τρεις (Byron *et al.*, 2015). Αναπαράγεται παρθενογενετικά, ωοτοκεί στην Ελλάδα από τέλος Μαΐου έως μέσα Αυγούστου (Stratoroulou and Karatos, 1998). Το θηλυκό προστατεύει κάτω από το σώμα του τα αυγά, ενώ μετά την εκκόλαψη οι προνύμφες 1^{ης} ηλικίας έρπουν αναζητώντας κατάλληλο σημείο πάνω στο δένδρο για να εγκατασταθούν (Tena *et al.*, 2008). Ακολουθούν άλλες δυο προνυμφικές ηλικίες μέχρι την ενηλικίωση. Διαχειμάζει κυρίως ως προνύμφη 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας αλλά και ως νεαρό θηλυκό (Pucci *et al.*, 1986). Για την αντιμετώπιση του εκτελούνται εφαρμογές κάλυψης στα προνυμφικά στάδια της 1^{ης} ηλικίας με ρυθμιστές ανάπτυξης,

οργανοφωσφωρικά, πυρεθρίνες και επίσης με παραφινικά έλαια. Η εφαρμογή παραφινικών ελαίων το χειμώνα και το κλάδεμα μπορούν να μειώσουν σημαντικά τον πληθυσμό του εντόμου χωρίς να επηρεάζουν τους φυσικούς εχθρούς του (Nicetic *et al.*, 2011, Ouguas and Chemseddine, 2011). Αντίθετα, η εφαρμογή εντομοκτόνων ευρέως φάσματος στην ελιά πυροδοτούν την πληθυσμιακή έξαρσή του λεκανίου λόγω αφανισμού των φυσικών εχθρών του (Argyriou and DeBach, 1968, Stratoroulou and Karatos, 1998, Youssef *et al.*, 2004, Tena, 2007). Η εισαγωγή ή η προστασία των φυσικών εχθρών του λεκανίου όπως του *Metaphycus helvolus* (Argyriou and DeBach, 1968), *Metaphycus lounsburyi* (Paraskakis, Neuenschwander and Michelakis, 1980, Tena and Garcia-Marí, 2009), *Metaphycus bartletti* (Orphanides, 1993), *Rhyzobius Forestieri* (Katsoyannos, 1984), *Coccophagus scutellaris* (Abd-Rabou, 2011) και άλλων μπορεί να διατηρήσει τον πληθυσμό του λεκανίου σε ανεκτά για την καλλιέργεια επίπεδα.

1.4.4 Η παρλατόρια *Parlatoria oleae* (Colvée)

Η παρλατόρια *Parlatoria oleae* (Colvée) (Homoptera – Diaspididae) έχει παγκόσμια εξάπλωση, είναι σημαντικός εχθρός της ελιάς και τουλάχιστον 200 ακόμα φυτικών ειδών (Kennett, 1967). Προσβάλλει όλα τα μέρη του δένδρου (κορμό – κλαδιά - βλαστούς – φύλλα – καρπούς) απομυζώντας φυτικούς χυμούς και εξασθενώντας το δένδρο. Η κύρια ζημιά προκαλείται με την παραμόρφωση των καρπών και τη δημιουργία σκουρόχρωμων κηλίδων, συντελώντας έτσι στη μείωση της εμπορικής τους αξίας ιδίως όταν πρόκειται για πράσινες επιτραπέζιες ελιές. Στην Ελλάδα η παρλατόρια έχει δυο γενιές το χρόνο (ανοιξιάτικη και φθινοπωρινή), δυο προνυμφικά στάδια μέχρι την ενηλικίωση και διαχειμάζει ως συζευγμένο θηλυκό (Stathas *et al.*, 2005, Biche and Sellami, 2011). Έρευνες έχουν δείξει ότι η παρλατόρια αντιμετωπίζεται ικανοποιητικά με την εξαπόλυση ή τη διατήρηση των φυσικών εχθρών της όπως το *Aphytis maculicornis*, *Coccophagoides utilis* (Kennett, 1967, Rochat and Gutierrez, 2001), *Chilocorus bipustulatus*, *Rhyzobius lophanthae* (Erler and Tunç, 2001, Stathas *et al.*, 2005). Η χημική αντιμετώπιση δεν ενδείκνυται όπως και για το λεκάνιο, παρ'όλα αυτά αν κριθεί απαραίτητη, χρησιμοποιούνται παραφινικά έλαια και ρυθμιστές ανάπτυξης (ΥΠΑΑΤ, 2018).

1.5 Ο δάκος της ελιάς *Bactrocera oleae* (Rossi, 1790)

1.5.1 Συστηματική κατάταξη

Ο δάκος της ελιάς, *B. oleae* ανήκει στην τάξη των Διπτέρων, της οικογένειας Tephritidae (Newman 1834), στην υποοικογένεια Dacinae, στο άθροισμα Dacini, στο γένος *Bactrocera* (Macquart 1835) και στο υπογένος *Daculus* Speicer. Η οικογένεια των Tephritidae περιλαμβάνει περίπου 500 γένη, με περίπου 5.000 είδη (NBN Atlas, 2018). Η πλειοψηφία των ειδών αυτών περίπου 95% είναι φυτοφάγα, ενώ ένα ποσοστό 25% - 30% από αυτά είναι καρποφάγα, παρόντα σε τροπικές και εύκρατες περιοχές (Virgilio *et al.*, 2014). Το άθροισμα Dacini ή υποοικογένεια Dacinae (όπως αναφέρεται από άλλους ερευνητές) περιλαμβάνει εκτός των άλλων, τα γένη *Bactrocera* (Macquart), *Dacus* (Fabricius), *Ceratitidis* (McLeay) στα οποία ανήκουν μερικά από τα καταστροφικότερα καρποφάγα, στενοφάγα και πολυφάγα είδη όπως ο δάκος της ελιάς και η μύγα της Μεσογείου αντίστοιχα (De Meyer *et al.*, 2013, Virgilio *et al.*, 2014). Το γένος *Bactrocera* (Macquart) περιλαμβάνει περίπου 500 είδη, δέκα από αυτά είναι ενδημικά της Αφρικής, ένα εξ' αυτών και ο δάκος της ελιάς *B. oleae* (Copeland, 2004). Παρά την μεγάλη οικονομική σημασία των ειδών που περιέχονται στο άθροισμα *Dacini*, δεν έχουν τελειώσει ακόμα οι συζητήσεις για την κοινώς αποδεκτή ταξινόμησή τους (Virgilio *et al.*, 2015). Έτσι το υπογένος *Daculus* Speicer περιέχει δύο είδη που σχετίζονται με την οικογένεια των Oleaceae, το *Bactrocera* (*Daculus*) *oleae* και το *Bactrocera* (*Daculus*) *munroi* (Krosch *et al.*, 2012, Virgilio *et al.*, 2015). Σύμφωνα όμως με άλλες αναφορές το υπογένος *Daculus* Speicer είναι συνώνυμο του *Afrodacus*, είναι Αφροτροπικό υπογένος το οποίο περιέχει εννέα είδη, τέσσερα εκ των οποίων μεταξύ αυτών και ο δάκος σχετίζονται με την οικογένεια των Oleaceae (De Meyer and Ekesi, 2016).

1.5.2 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Το ενήλικο του δάκου της ελιάς έχει μήκος περίπου 4-5 χιλ., (Εικόνα 1) το οποίο μπορεί να διαφέρει μεταξύ των πληθυσμών ή και ατόμων εξαιτίας της διαφοροποίησης της διατροφής, είτε σε θρεπτικότητα ή διαθεσιμότητα στα προνυμφικά στάδια (Tzanakakis, 2006). Οι πτέρυγες είναι υαλώδης διαφανείς, με χαρακτηριστική μαύρη μικρή κηλίδα στην κορυφή της κάθε μιας (Daane *et al.*, 2004). Η κεφαλή είναι κίτρινο – καστανή, με δυο μαύρες κηλίδες κάτω από τις κεραίες, με μεγάλους σύνθετους

ιριδίζοντες κυανοπράσινους οφθαλμούς (Γιαμβριάς, 1998). Ο θώρακας στο μεγαλύτερο μέρος του είναι καστανός με λευκά στίγματα στη βάση των πτερύγων, με μαύρη ράχη και τέσσερις γκριζες ταινίες ενώ το scutellum είναι λευκό (Vossen *et al.*, 2000). Η κοιλιά έχει γενικά καστανό χρωματισμό με εναλλασσόμενες μαύρες κηλίδες σε κάθε τμήμα. Το θηλυκό διακρίνεται από το αρσενικό από τον ωοθέτη στην άκρη της κοιλιάς του.



Εικόνα 1. Το ενήλικο θηλυκό του δάκου της ελιάς

Ο ωοθέτης είναι μαύρος και προεξέχει με μήκος περίπου 1-1,5 χιλ.. Τα αυγά είναι λευκά ελλειψοειδή επιμήκη σε σχήμα μπανάνας, με μήκος $0,738 \pm 0,01$ χιλ. και διάμετρο $0,21$ χιλ. $\pm 0,06$ χιλ. (Genç, 2014). Η προνύμφη είναι άποδη, χωρίς κεφαλική κάψα, με στοματικά μόρια τύπου γναθικών αγκίστρων (Εικόνα 2) (Γιαμβριάς, 1998), λευκή προς κιτρινωπή όταν αναπτύσσεται σε πράσινους καρπούς ελιάς και πορφυροειδής όταν αναπτύσσεται σε μαύρους, φτάνοντας το μήκος των 7-8 χιλ. (Tzanakakis, 2008).



Εικόνα 2. Προνύμφη 3^{ης} ηλικίας του δάκου της ελιάς σε προσβεβλημένο καρπό.

Υπάρχουν τρία προνυμφικά στάδια (Γιαμβριάς, 1998, Tzanakakis, 2008). Η νύμφη έχει χρώμα ανοικτό καστανό και είναι ελλειψοειδής με μήκος 4-5 χιλ..

1.5.3 Βιολογία - φαινολογία του δάκου της ελιάς

Ο δάκος της ελιάς είναι ολιγοφάγο, πολυκυκλικό είδος, το οποίο ολοκληρώνει 2-5 γενεές το έτος ανάλογα με την περιοχή και τις τοπικές συνθήκες· που αφορούν τις κλιματικές συνθήκες, τη διαθεσιμότητα της τροφής και τις καλλιεργητικές πρακτικές (Economopoulos *et al.*, 1982, Fletcher and Karatos, 1983, Koveos and Tzanakakis, 1990, Tzanakakis, 2008).

Η βιολογία του εντόμου συνδέεται άμεσα με τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του καρπού (προσβάλει αποκλειστικά είδη του γένους *Olea*) και την διαθεσιμότητά του (Gutierrez *et al.*, 2009). Οι γενεές είναι επικαλυπτόμενες εξαιτίας τις μακροζωίας των ενηλίκων (2 – 6 μήνες) και της μεγάλης διάρκειας της περιόδου ωοτοκίας (Koveos and Tzanakakis, 1990, Mazomenos *et al.*, 2002). Μπορεί να αναπαράγεται και να αναπτύσσεται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου εφόσον η θερμοκρασία και η υγρασία είναι κατάλληλες, όπως και η διαθεσιμότητα της τροφής.

Σε αντίθεση με την προνύμφη που αποκλειστικά τρέφεται από το μεσοκάρπιο καρπών ειδών του γένους *Olea*, το ενήλικο είναι στενοφάγο και συνήθως τρέφεται από μελιτώματα κοκκοειδών όπως του λεκανίου, νέκταρ ανθών, γύρη, χυμούς και ιστούς

υπερώριμων φρούτων και πιθανώς και με βακτήρια που βρίσκονται σε φυτικές επιφάνειες (Tzanakakis, 2008, Wang *et al.*, 2011).

Το θηλυκό αφού εξερευνήσει τον καρπό με τα οπτικά - χημειοδεκτικά του αισθητήρια (οφθαλμοί - κεραίες – προθωρακικοί ταρσοί) εάν είναι κατάλληλος ή όχι για ωτοκία, κεντρίζει με τον ωothήτη του το επικάρπιο ενός καρπού ελιάς και εναποθέτει στο μεσοκάρπιο ένα αυγό παρέχοντας άμεση πρόσβαση σε τροφή στην εκκολαπτόμενη προνύμφη (Solinas *et al.*, 2001, Tzanakakis, 2008, Liscia *et al.*, 2013, Malheiro *et al.*, 2016).

Ο καρπός είναι επιδεκτικός ωτοκίας όταν αρχίζει η σκλήρυνση του ενδοκαρπίου, όταν το μεσοκάρπιο είναι αρκετά ανεπτυγμένο (διάμετρος καρπού 7 – 8 χιλ.) και αρκετά μαλακό για να δεχθεί το νύγμα (Rice *et al.*, 2003, Daane *et al.*, 2004). Στη συνέχεια σημαίνει το σημείο του νύγματος με ουσίες αποτρεπτικές ωτοκίας από άλλο θηλυκό. Επίσης, μπορεί να εμφανίζει επιθετική συμπεριφορά έναντι άλλων θηλυκών ή παρασιτοειδών εντόμων όπως το *Psytalia concolor* εξασφαλίζοντας τις μέγιστες πιθανότητες επιβίωσης της προνύμφης (Benelli, 2014, Benelli and Canale, 2016). Συνήθως εναποτίθεται μόνο ένα αυγό ανά καρπό, όμως σε περιόδους με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού ή μειωμένης διαθεσιμότητας καρπών, μπορεί να ωτοκίσουν περισσότερα του ενός θηλυκά σε αυτόν (Tzanakakis, 2008, Gutierrez *et al.*, 2009). Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο των αγόνων νυγμάτων πιθανότατα λόγω του γεγονότος ότι τα θηλυκά διατρέφονται τον διαρρέοντα χυμό ελιάς προκειμένου να ενεργοποιηθεί η ωρίμανση των ωοθηκών τους (Fletcher *et al.*, 1978).

Το κάθε ενήλικο θηλυκό μπορεί να ωτοκεί τουλάχιστον 12 αυγά ανά ημέρα και 200 έως 250 καθ' όλη την διάρκεια ζωής του ή σύμφωνα με άλλες αναφορές από 10 έως 40 αυγά ανά ημέρα και 200 έως 500 συνολικά (Mavragani-Tsipidou, 2002, Daane *et al.*, 2004, Yokoyama, 2012). Η προνύμφη εκκολάπτεται μετά από 2 έως 3 ημέρες και σε ιδανικές συνθήκες 1 ημέρα. Η ολοκλήρωση των τριών προνυμφικών ηλικιών, διαρκεί από 8 έως 37 ημέρες (κάτω από άριστες συνθήκες 8 ημέρες), διάστημα κατά το οποίο η προνύμφη τρέφεται από το μεσοκάρπιο ορύσσοντας στοά (Malheiro *et al.*, 2015a). Αφού ολοκληρωθεί η ανάπτυξη της προνύμφης ακολουθεί το στάδιο της νύμφης που διαρκεί από 8 έως 10 ημέρες το καλοκαίρι ή και μέχρι 6 μήνες κατά την περίοδο του χειμώνα (Daane *et al.*, 2004).

Η νύμφωση εντός του καρπού (Εικόνα 3) και η έξοδος του ενηλίκου από αυτόν συμβαίνει, από τα μέσα του καλοκαιριού μέχρι τα μέσα φθινοπώρου· πιθανώς

προκειμένου η αναπτυγμένη προνύμφη και νύμφη να αποφύγουν την θνησιμότητα λόγω ακραίων θερμοκρασιών του καλοκαιριού, Από τον Οκτώβριο και μετά η προνύμφη ανοίγει οπή εξόδου, πέφτει και νυμφώνεται στο έδαφος, εξασφαλίζοντας μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης (Karatos and Fletcher, 1984). Σε εργαστηριακές συνθήκες η προνύμφη 3^{ης} ηλικίας νυμφώνεται σε βάθος εδάφους 3 εκ., εξαρτώμενο, από τον τύπο εδάφους, την υγρασία και τη θερμοκρασία. Στον ελαιώνα όμως λόγω της ανομοιομορφίας του εδάφους τα βάθη νύμφωσης μπορεί να είναι από 2,5 εκ. έως 7,5 εκ. (Al Zaghal, 1987, Dimou *et al.*, 2003).



Εικόνα 3. Νύμφη του δάκου της ελιάς σε προσβεβλημένο καρπό

Ο δάκος της ελιάς διαχειμάζει συνήθως ως νύμφη στο έδαφος ή ως ενήλικο. Τα έτη όπου ο χειμώνας είναι ήπιος καθώς και το μικροκλίμα της περιοχής ευνοϊκό για την ανάπτυξή του μπορεί να συνυπάρχουν όλα τα στάδια ανάπτυξής του, δηλαδή ως ενήλικο, ως προνύμφη σε προσβεβλημένους καρπούς και ως νύμφη στο έδαφος.

Η ύπαρξη ασυγκόμιστων ελαίων ή εγκαταλειμμένων ελαιώνων καθώς και άγριων ελαίων (*O. europaea* var. *silvestris*) στα δέντρα μέχρι την άνοιξη δίνει τη δυνατότητα στο έντομο να ολοκληρώσει τουλάχιστον μια πρώτη γενιά, αρκετά πριν τη δημιουργία νέας καρποφορίας επιδεκτικής σε προσβολή στα μέσα του καλοκαιριού (Economidou *et al.*, 1982, Koneos and Tzanakakis, 1990). Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού, υπό την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών – χαμηλής υγρασίας και παρά την ύπαρξη επιδεκτικών σε προσβολή καρπών, τα θηλυκά “εισέρχονται” σε αναπαραγωγική διάπαυση δηλαδή δεν συζευγνύονται, δεν ωριμάζουν τις ωοθήκες

τους και δεν ωτοκοούν όσα είναι ήδη ώριμα (Fletcher *et al.*, 1978). Το ίδιο φαινόμενο παρατηρείται τους χειμερινούς μήνες υπό την επίδραση χαμηλών θερμοκρασιών καθώς και με υψηλές θερμοκρασίες – χαμηλή υγρασία στις αρχές καλοκαιριού, ελλείπει διαθέσιμων για ωτοκία καρπών (Economopoulos *et al.*, 1982, Raspi and Canale, 2005).

Παράγοντες όπως οι καλλιεργητικές πρακτικές, το μικροκλίμα της περιοχής, η θερμοκρασία, η υγρασία, η φωτοπερίοδος, και η διαθεσιμότητα επιδεκτικών σε προσβολή καρπών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη επιβίωση των προνυμφών και ενηλίκων, στη μακροβιότητα, τη γονιμότητα, στην αναπαραγωγή και ανάπτυξη του δάκου της ελιάς (Fletcher and Karatos, 1983, Raspi and Canale, 2005, Tzanakakis, 2008, Genç, 2008, Broufas *et al.*, 2009, Pappas *et al.*, 2011, Baratella *et al.*, 2017).

1.5.4 Γεωγραφική εξάπλωση

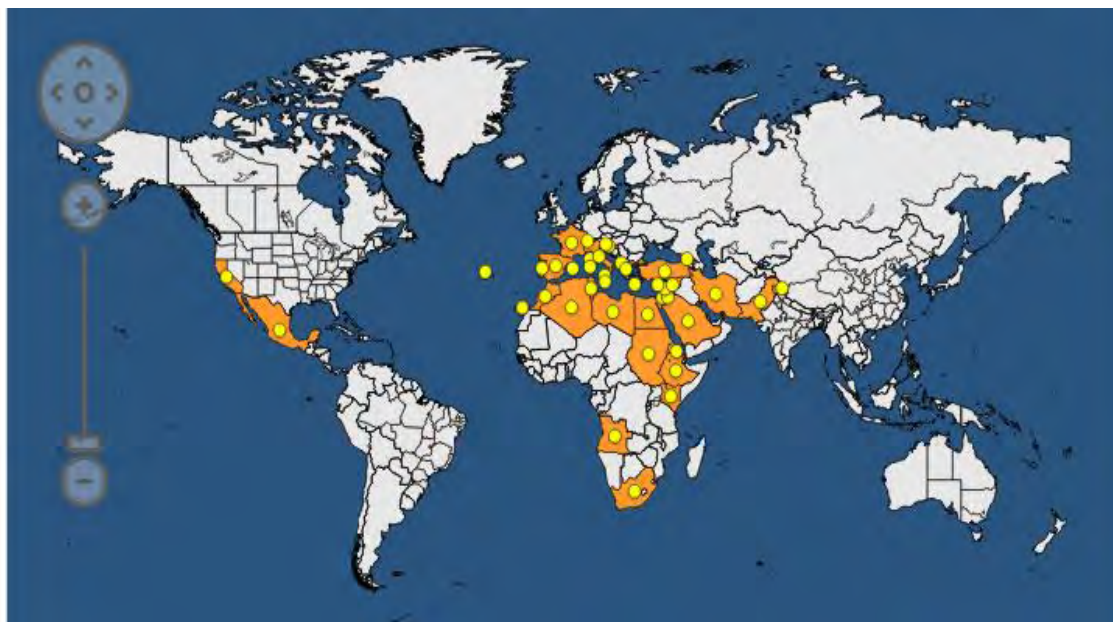
Το είδος *B. oleae* ως στενοφάγο ή μονοφάγο είδος είναι άρρηκτα συνδεδεμένο με τον ξενιστή του και έχει ακολουθήσει με συνέπεια, την γεωγραφική εξάπλωση της καλλιέργειας της ελιάς *O. europaea europaea* L σε παγκόσμιο επίπεδο με εξαίρεση την Αυστραλία (Augustinos *et al.*, 2005, Burrack *et al.*, 2011).

Ως περιοχή καταγωγής του θεωρείται η Υποσαχάρια Αφρική, μια και ο πληθυσμός του εκεί εμφανίζει την μεγαλύτερη γενετική παραλλακτικότητα έναντι όλων των άλλων (Nardi and Frati 2011). Από εκεί ακολούθησε την εξημέρωση της άγριας ελιάς στην Μέση Ανατολή και την εξάπλωσή της από τον άνθρωπο σε όλη την λεκάνη της Μεσογείου (Nardi *et al.*, 2005). Κατά μια άλλη εκδοχή ο δάκος προϋπήρχε της εξάπλωσης του εξημερωμένου τύπου ελιάς στην λεκάνη της Μεσογείου προσβάλλοντας τις υπάρχουσες αγριελιές και στην συνέχεια μεταφέρθηκε και στις καλλιεργούμενες ελιές (Nardi *et al.*, 2010).

Μοριακές έρευνες αναγνωρίζουν την ύπαρξη τριών πληθυσμών, Αφρικής – Μεσογείου – Πακιστάν, με τον πληθυσμό της Αφρικής να θεωρείται ο πρόδρομος των υπολοίπων δυο, ενώ ο πληθυσμός του Πακιστάν ο νεότερος εξελικτικά (Nardi *et al.*, 2010). Ο Μεσογειακός πληθυσμός δείχνει να υποδιαιρείται γενετικά σε τρεις υποπληθυσμούς: έναν Ανατολικό (Κύπρος – παράλια Μέσης Ανατολής), έναν Κεντρικό (Ιταλία – Ελλάδα – Δυτική Τουρκία) και έναν Δυτικό (Ιβηρική χερσόνησος). Αυτή η υποδιαίρεση υποστηρίζει την εκδοχή μιας ανατολικοδυτικής εξάπλωσης του εντόμου δηλαδή από την Υποσαχάρια Αφρική διαδόθηκε, στη νότια και κεντρική Ασία

και στη λεκάνη της Μεσογείου. (Augustinos *et al.*, 2005, Asch *et al.*, 2012, Asch *et al.*, 2015).

Σήμερα ο δάκος της ελιάς ενδημεί σε Αφρική, σε Μέση Ανατολή, στη λεκάνη της Μεσογείου, στο Πακιστάν, στην Ινδία, στην Κίνα και σχετικά πρόσφατα το 1998 εντοπίστηκε σε Καλιφόρνια και μετά σε Βορειοδυτικό Μεξικό (Εικόνα 4) (Rice *et al.*, 2003, Burrack *et al.*, 2011, Yokoyama, 2012, Daane *et al.*, 2015, Bon *et al.*, 2016).



Εικόνα 4. Γεωγραφική κατανομή του *Bactrocera oleae* (Πηγή: EPPO)

Στην Καλιφόρνια η εξάπλωση μετά την “εισβολή” που ήταν πολύ γρήγορη, από το 1998 έως το 2004 ανιχνεύονταν παντού· γεγονός που υποδεικνύει ότι είτε ο πληθυσμός ήταν από καιρό εγκατεστημένος, μικρός, αρκετά διασπαρμένος και μη ανιχνεύσιμος, είτε ότι το έντομο είναι ιδιαίτερα ικανό να διανύει μεγάλες αποστάσεις και να εξαπλώνεται ταχύτατα (Segura *et al.*, 2008, Papadopoulos, 2014). Γενετικές έρευνες στον πληθυσμό της Καλιφόρνιας υπέδειξαν ως πιθανή πηγή προέλευσης της εισβολής την ανατολική Μεσόγειο, εξαιτίας της γενετικής συγγένειας με τον υποπληθυσμό αυτής (Nardi *et al.*, 2005, Zygouridis *et al.*, 2009).

Ανάλογη εισβολή με αυτή της Καλιφόρνια εντοπίστηκε το 2004 και στο Ιράν, μια χώρα όπου καλλιεργούνται ελιές από τους αρχαίους χρόνους, η οποία συνορεύει με το Πακιστάν και την Τουρκία και μέχρι τότε δεν είχε επιβεβαιωθεί η παρουσία του *B. oleae*. Γενετικές έρευνες στον πληθυσμό του δάκου της ελιάς του Ιράν εμφάνισαν ομοιότητες με τον πληθυσμό της κεντρικής Μεσογείου (Ιταλία και Δυτική Τουρκία) ·

γεγονός που υποδηλώνει αφενός την πηγή προέλευσης της εισβολής και αφετέρου την ανθρωποκεντρική αιτιολογία της κατά αντιστοιχία με την περίπτωση εισβολής του εντόμου στην Καλιφόρνια (Ramezani *et al.*, 2015, Eti *et al.*, 2018).

Η κλιματική αλλαγή και τα διάφορα προγνωστικά μοντέλα που εφαρμόζονται για τον υπολογισμό των επιδράσεων της στην ελαιοκαλλιέργεια και το δάκο, προβλέπουν ότι σε περιοχές όπως η Ιταλία και η Καλιφόρνια η αύξηση της θερμοκρασίας θα ευνοήσει την εξάπλωση και ανάπτυξή του σε βορειότερες, παραθαλάσσιες και σε μεγαλύτερα υψόμετρα περιοχές, ενώ αντίθετα θα μειώσει την παρουσία του στην ενδοχώρα, στις θερμότερες και νοτιότερες περιοχές (Gutierrez *et al.*, 2009, Ponti *et al.*, 2014).

1.5.5 Οικονομική σημασία

Η οικογένεια των Tephritidae περιλαμβάνει μια σειρά από τα καταστροφικότερα καρποφάγα έντομα. Είδη όπως η μύγα της Μεσογείου *C. capitata*, είδη του γένους *Bactrocera*, *B. dorsalis*, *B. zonata*, *B. cucurbitae*, και πολλά άλλα ακόμη τα οποία προκαλούν ετησίως ζημιές δισεκατομμυρίων στη βιομηχανία των φρούτων σε χώρες που ενδημούν ή απειλούν άλλες με την εισβολή τους. (Papadopoulos, 2014).

Ο δάκος της ελιάς δεν αποτελεί εξαίρεση για την σημαντικότερη και μεγαλύτερη σε έκταση καλλιέργεια στη λεκάνη της Μεσογείου.

Ως μονοφάγο έντομο προσβάλλει όλα τα είδη του γένους *Olea* που παράγουν καρπούς, όπως τα είδη *Olea europaea* που περιλαμβάνει τους καλλιεργούμενους και άγριους τύπους καθώς και τα είδη *Olea chrysophylla*, *Olea verrucosa* (Rice, 2001, Tzanakakis, 2008, Ordano *et al.*, 2015). Αποτελεί κατά γενική ομολογία τον σημαντικότερο και καταστροφικότερο εχθρό της βιομηχανίας της ελιάς σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η προνύμφη του αποκλειστικά μονοφάγος και καρποφάγος ζημιώνει με άμεσο και έμμεσο τρόπο τον ελαιόκαρπο. Διατρέφεται από το μεσοκάρπιο του καρπού (Εικόνα 5), ορύσσοντας στοά σε αυτό και προκαλεί πέρα από τη ποσοτική του μείωση, την πρόωρη πτώση του.



Εικόνα 5. Ορύγματα από προνύμφη δάκου σε καρπό ελιάς ποικιλίας Χαλκιδικής.

Παράλληλα οξυγόνο, φυτοπαθογόνοι μικροοργανισμοί, όπως *Botryosphaeria dothidea*, *Spilocaea oleagina*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolonifera*, *Colletotrichum* spp, *Pseudocercospora* spp *Alternaria* spp, *Fusarium* sp, *Penicillium* sp, κ.α. εισέρχονται στη στοά προκαλώντας τη σήψη του καρπού (Εικόνα 5) (Al-Ameiri *et al.*, 2015, Malacrino *et al.*, 2015). Μάλιστα ο μύκητας *Camarosporium dalmaticum* που προκαλεί την ξεροβούλα το καλοκαίρι και την σαπτοβούλα το φθινόπωρο στις ελιές μεταφέρεται από το αρπακτικό αυγών και προνυμφών του δάκου *Lasioptera berlesiana* (Iannotta *et al.*, 2007).



Εικόνα 6. Προσβεβλημένες ελιές από δάκο ποικιλίας “ΠΗΛΙΟΥ”

Η ποσοτική απώλεια παραγωγής ελαιολάδου λόγω κατανάλωσης του μεσοκαρπίου από την προνύμφη μπορεί να φτάσει από 3% έως 20% ανάλογα με την ποικιλία (Neuenschwander and Michelakis, 1978), κατά άλλους ερευνητές από 10% έως 15% (Kyriakidis and Dourou, 2002). Όταν δεν υπάρχει φυτοπροστασία η ποσοτική απώλεια λόγω πρόωρης καρπώπωσης μπορεί να ξεκινά από 22,4% έως 53,1% της παραγωγής προς ελαιοποίηση, ενώ για τις επιτραπέζιες ελιές από 8,8% έως 100% ανάλογα του ποσοστού προσβολής και την ποικιλία (Cobourn *et al.*, 2008).

Οι απώλειες που υφίστανται εκτός από ποσοτικές, είναι και ποιοτικές, αφού και αυτές που δεν θα πέσουν πρόωρα υποβαθμίζονται αισθητικά και ποιοτικά, ενώ απορρίπτονται ως ακατάλληλες από την βιομηχανία κονσερβοποίησης (Cobourn *et al.*, 2008).

Πέρα από τις ποσοτικές απώλειες (20 – 25% ανάλογα με την ποικιλία) στις ελιές που οδηγούνται προς ελαιοποίηση, πολύ σημαντικότερη είναι η ζημιά από την υποβάθμιση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του παραγόμενου ελαιολάδου (Neuenschwander and Michelakis, 1978).

Ως αποτέλεσμα των ενυδατικών και χημικών διεργασιών στους προσβεβλημένους καρπούς, στο παραγόμενο ελαιόλαδο τα ελεύθερα λιπαρά οξέα=οξύτητα, η τιμή υπεροξειδίων=οξειδωση (τάγγισμα), η φασματοφωτομετρία υπεριώδους=K₂₃₂ και K₂₇₀ αυξάνουν δραματικά ενώ αντίθετα τα ποσοστά των φαινολών, των στερολών, των πτητικών αρωμάτων και των φλαβονοειδών μειώνονται (Pereira *et al.*, 2004, Mraicha *et al.*, 2010, Gucci *et al.*, 2012). Αποτέλεσμα των προαναφερθέντων είναι η υποβάθμιση της ποιοτικής και εμπορικής αξίας του παραγόμενου ελαιολάδου.

Ανάλογα με το σύστημα παραγωγής, δηλαδή παραγωγή επιτραπέζιας ελιάς ή παραγωγή ελαιολάδου, τα όρια οικονομικής ζημιάς διαφέρουν. Για τις επιτραπέζιες ελιές στην Ευρώπη το όριο οικονομικής ζημιάς είναι έως 1% προσβολή, ενώ για την Καλιφόρνια υπάρχει μηδενική ανοχή, αντίστοιχα για τις ελιές προς ελαιοποίηση το όριο και στις δυο περιοχές είναι έως 10% προσβολή ή και περισσότερο αρκεί οι ελιές να συντηρηθούν κατάλληλα και να ελαιοποιηθούν το συντομότερο (Vossen *et al.*, 2006, Burrack *et al.*, 2011).

Υπολογίζεται ότι ανάλογα με τη χρονιά οι απώλειες παραγωγής από τη δραστηριότητα του δάκου της ελιάς μπορεί να κυμαίνονται για τη λεκάνη της Μεσογείου έως 35% (κατά μέσο όρο 15% ετησίως), ή αλλιώς απώλειες άνω του 1 δις. δολάρια για

την αγροτική οικονομία (Bueno and Jones, 2002, Segura *et al.*, 2008, Asch *et al.*, 2015).

1.5.6 Ευαισθησία ποικιλιών

Παρά το γεγονός ότι όλες οι ποικιλίες ελιάς που παράγουν καρπούς προσβάλλονται από το δάκο της ελιάς, εντούτοις δεν δείχνει την ίδια προτίμηση γι' αυτές (Burrack and Zalom, 2008a). Με βάση αυτήν την διαπίστωση οι ποικιλίες ελιάς διαφέρουν ως προς τον βαθμό ευαισθησίας και κατατάσσονται σε πολύ ευαίσθητες, σε μετρίως ευαίσθητες και σε λιγότερο ευαίσθητες ή ανθεκτικές. Οι προτιμήσεις των θηλυκών του δάκου σε σχέση με την καταλληλότερη για ωοτοκία ποικιλία εξαρτώνται άμεσα από φυσικούς, χημικούς και μοριακούς παράγοντες οι οποίοι συνυπάρχουν και αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους (Malheiro *et al.*, 2015).

Στους φυσικούς παράγοντες περιλαμβάνονται το μέγεθος του καρπού, το σχήμα, το χρώμα και η σκληρότητά του. Από αυτούς το μέγεθος του καρπού είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες, κατατάσσοντας τις μεγαλόκαρπες ποικιλίες (συνήθως επιτραπέζιες) στην κατηγορία των πολύ ευαίσθητων, τις μεσόκαρπες στις ευαίσθητες, ενώ τις μικρόκαρπες (ελαιοπαραγωγικές ποικιλίες) σε λιγότερο ευαίσθητες ή πιο ανθεκτικές (Rizzo and Caleca, 2006, (Cobourn *et al.*, 2009, Burrack *et al.*, 2011, Hamdan, 2016).

Η σαφής προτίμηση των θηλυκών στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες έχει την εξήγησή της· αφενός οι μεγαλύτεροι σε μέγεθος καρποί μπορούν να παρέχουν περισσότερες πιθανότητες επιβίωσης ακόμα και σε περισσότερες από μια προνύμφες, εξασφαλίζοντας σε αυτές διατροφική επάρκεια, αφετέρου ορύσσοντας βαθύτερες στο μεσοκάρπιο στοές προφυλάσσονται καλύτερα από αρπακτικά έντομα και πτηνά (Wang *et al.*, 2009, Yokoyama, 2012).

Επιτραπέζιες ποικιλίες, όπως η Αμφίσσης ή Κονσερβολιά Βόλου και η Τσουνάτη είναι πολύ πιο ευαίσθητες από την Κορωνέικη, εμφανίζοντας θετική συσχέτιση μεγέθους και προσβολής (Neuenschwander, 1985).

Επίσης εκτός από τους μεγάλους καρπούς τα θηλυκά του δάκου φαίνεται να προτιμούν περισσότερο τους σφαιρικούς, ανώριμους πράσινους και σκληρούς καρπούς σε σχέση με τους επιμήκης, ώριμους μαύρους και μαλακούς, αν και κατά άλλους ερευνητές το χρώμα και η σκληρότητα δεν φαίνεται να έχουν άμεση επίδραση

στην επιλογή τους (Neuenschwander, 1985, Rizzo and Caleca, 2006, Rizzo *et al.*, 2012).

Οι φυσικοί συνδυαστικά με τους χημικούς παράγοντες οι οποίοι προκαλούν χημικά ερεθίσματα είναι ιδιαίτεροι για κάθε ποικιλία και καθορίζουν τον βαθμό προσέλκυσης ή απώθησης των προς ωτοκία θηλυκών, και συνάμα την ευαισθησία ή ανθεκτικότητα αυτών.

Πτητικές χημικές ουσίες όπως το εναντιομερές τερπένιο (+)-α-copaene, ο αρωματικός υδρογονάνθρακας τολουένιο, αιθέρια έλαια που εκλύονται από τους καρπούς και τα φύλλα της ελιάς, φυσικοί κηροί στην επιφάνεια των καρπών, καθώς και η σύνθεση των λιπαρών οξέων στους καρπούς εμφανίζουν άμεση συσχέτιση με το ποσοστό προσβολής και διαφορετικούς βαθμούς ευαισθησίας ή ανθεκτικότητας για την κάθε ποικιλία ξεχωριστά ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε αυτή (Neuenschwander, 1985, Alfonso *et al.*, 2014, Malheiro *et al.*, 2015a, Malheiro *et al.*, 2015b, Malheiro, *et al.*, 2015c, Malheiro *et al.*, 2016).

Εκτός από τους φυσικούς και χημικούς παράγοντες, γενετικές έρευνες επιβεβαιώνουν την ύπαρξη 2500 γονιδίων που συνδέονται άμεσα με την επαγωγική άμυνα του καρπού στην προσβολή του δάκου και ελέγχουν μοριακές διεργασίες, την παραγωγή σηματοδοτικών ορμονών, την παραγωγή πρωτεϊνών, τον πρωτογενή και δευτερογενή μεταβολισμό, όπως αυτά εκφράζονται στις ανθεκτικές ποικιλίες (Corrado *et al.*, 2012, Grasso *et al.*, 2017).

1.6 Η αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς

1.6.1 Γενικά

Για την αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς χρησιμοποιούνται κυρίως η χημική καταπολέμηση (προληπτική και θεραπευτική) και βιοτεχνολογικές μέθοδοι· όπως οι τεχνολογίες προσέλκυσης και θανάτωσης και η μαζική παγίδευση, σε συνδυασμό με τις καλλιεργητικές πρακτικές (Daane *et al.*, 2004, Haniotakis, 2005, Tzanakakis, 2008). Άλλες μέθοδοι που έχουν δοκιμασθεί είναι οι βιολογικές (αρπακτικά είδη, παρασιτοειδή, εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί) και βιοτεχνολογικές όπως η παρεμπόδιση σύζευξης και η τεχνική εξαπόλυσης των στειρωμένων εντόμων. Τα τελευταία χρόνια η χρήση της γενετικής μηχανικής στα πλαίσια της μεθόδου των στειρωμένων εντόμων εμφανίζει σημαντικές προσδοκίες στη αντιμετώπιση του

εντόμου· χωρίς όμως ακόμη να έχουν επιλυθεί ηθικά και βιολογικά ζητήματα έτσι ώστε να επιτρέπεται η χρήση των προϊόντων της στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα.

1.6.2 Χημική καταπολέμηση

1.6.2.1 Προληπτική μέθοδος

Η προληπτική μέθοδος εφαρμόζεται με επιτυχία εδώ και πολλές δεκαετίες, είναι συμβατή με το πλαίσιο της ολοκληρωμένης διαχείρισης της ελαιοκαλλιέργειας και στοχεύει στη μείωση της χρησιμοποιούμενης ποσότητας εντομοκτόνων, στη μείωση των υπολειμμάτων στα προϊόντα και στο μικρότερο οικολογικό αποτύπωμα.

Βασίζεται στην τεχνολογία της προσέλκυσης και θανάτωσης των ενήλικων του δάκου και των δυο φύλων και πριν τα θηλυκά αρχίσουν να ωοτοκούν στους καρπούς της ελιάς. Διενεργούνται δολωματικοί ψεκασμοί από το έδαφος, με μίγμα ενός εντομοκτόνου (οργανοφωσφορικό ή πυρεθρίνη ή σπινোসίνη) στη συνιστώμενη συγκέντρωση και ενός τροφικού ελκυστικού σε συγκέντρωση 2% όπως είναι η υδρολυμένη πρωτεΐνη (Jang and Light 1996, Haniotakis, 2005, Varikou *et al.*, 2014). Ψεκάζεται σημειακά τμήμα της κόμης του δένδρου με περίπου 300κ.εκ., και το 1/3 των καλλιεργούμενων δένδρων ή μια ανά 2^η ή 3^η σειρά δένδρων. Δολωματικοί ψεκασμοί ευρείας κλίμακας διενεργούνται στην Ελλάδα από το 1937 υπό την οργάνωση και χρηματοδότηση του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και υπό την επίβλεψη των Περιφερειακών Διευθύνσεων Αγροτικής Οικονομίας (Kalaitzaki *et al.*, 2014a, Varikou *et al.*, 2016). Για τον καθορισμό του χρόνου εφαρμογής των δολωμάτων εγκαθίσταται δίκτυο παγίδων McPhail (1 παγίδα/1000 δένδρα) οι οποίες περιέχουν διάλυμα θειικής αμμωνίας 2% και οι οποίες παρακολουθούνται ανά πενήνήμερο. Για την εντολή ψεκασμού στα συνέργεια συνυπολογίζονται, ο αριθμός των συλλήψεων, η αναλογία αρσενικών : θηλυκών, το ποσοστό γονιμότητας των θηλυκών, το ποσοστό προσβολής στις δειγματοληψίες καρπού, το φαινολογικό στάδιο του καρπού, οι τοπικές περιβαλλοντικές και κλιματικές συνθήκες (Haniotakis, 2005). Έρευνες έχουν δείξει ότι η χρήση οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων όπως του dimethoate στους δολωματικούς ψεκασμούς έχει υψηλή υπολειματικότητα και τοξικότητα αμέσως μετά τον ψεκασμό, τα πυρεθροειδή έχουν μεγαλύτερης διάρκειας υπολειμματική δράση, ενώ οι σπινোসίνες χαμηλό υπολειμματικό και τοξικό προφίλ (Varikou *et al.*, 2017). Αν και το πυρεθρινοειδές alpha – cypermethrin παραμένει αποτελεσματικό το λιγότερο για 2 μήνες μετά τον ψεκασμό, είναι αναγκαία η ανανέωση

του τροφικού ελκυστικού (υδρολυμένη πρωτεΐνη) με επαναληπτικό ψεκασμό για να διατηρηθεί η αποτελεσματικότητα του (Varikou *et al.*, 2016).

Στη προληπτική μέθοδο εντάσσονται και οι ψεκασμοί κάλυψης με απωθητικά και αποτρεπτικά ωτοτοκίας όπως είναι ο φιλικός προς το περιβάλλον καολίνης, παρουσιάζοντας πολύ καλά αποτελέσματα μείωσης προσβολής, χωρίς να επηρεάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των παραγόμενων προϊόντων επιτραπέζιας ελιάς και ελαιολάδου (Caleca and Rizzo 2007, Perri *et al.*, 2007). Παρόμοια αποτελέσματα παρουσίασαν και οι προληπτικοί ψεκασμοί με προϊόντα χαλκού· ο οποίος μάλλον λειτουργεί περισσότερο ως βακτηριοκτόνο των συμβιωτικών βακτηρίων των προνυμφών του δάκου και πάρα ως αποτρεπτικό ωτοτοκίας (Belcari *et al.*, 2007).

1.6.2.2 Θεραπευτική μέθοδος

Η θεραπευτική μέθοδος αφορά την εφαρμογή ψεκασμών από εδάφους, παλαιότερα και από αέρος με εντομοκτόνα, κυρίως οργανοφωσφωρικά και πυρεθροειδή (συνθετικής ή φυσικής προέλευσης). Εφαρμόζεται κυρίως στις περιπτώσεις καλλιέργειας επιτραπέζιων ελαιών όπου το όριο οικονομικής ζημιάς είναι πολύ μικρό έως μηδενικό και στις περιπτώσεις όπου οι προληπτικές μέθοδοι έχουν αποτύχει (Haniotakis, 2005, Tzanakakis, 2008). Ο χρόνος ψεκασμού καθορίζεται μετά από παρακολούθηση της δυναμικής του πληθυσμού μέσω εντομοπαγίδων, ενώ ακόμα έχουν μελετηθεί διάφορα προγνωστικά μοντέλα για τον καθορισμό του (Gonçalves and Torres, 2013, Perović *et al.*, 2014, Petacchi *et al.*, 2015). Παρά την ιδιαίτερα υψηλή αποτελεσματικότητα των ψεκασμών κάλυψης, η χρήση τους δεν είναι επιθυμητή εξαιτίας των αρνητικών επιπτώσεων στην ωφέλιμη εντομοπανίδα, στα παραγόμενα προϊόντα και στο περιβάλλον γενικότερα (Haniotakis, 2005, Alexandrakakis *et al.*, 2007). Συνάμα η αδιάληπτη χρήση των οργανοφωσφωρικών εντομοκτόνων για τουλάχιστον έξι δεκαετίες ευθύνεται για την ανάπτυξη ανθεκτικότητας και την διάδοσή της με ότι αυτό συνεπάγεται (Tsitsipis *et al.*, 2007, Kakani *et al.*, 2013, Kakani *et al.*, 2014, Hladnik, 2017).

Για το λόγο αυτό προτείνεται η δημιουργία προγραμμάτων διαχείρισης ανθεκτικότητας, προκειμένου αυτή να μην αυξηθεί στα υπάρχοντα χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα αλλά και να προστατευτούν, οι σχετικά νεότερες δραστικές ουσίες όπως

είναι οι σπιννοσίνες, οι οποίες και αυτές ακόμη εμφανίζουν πρόβλημα σε πληθυσμούς της Κρήτης και της Καλιφόρνια (Daane and Johnson, 2010, Kakani *et al.*, 2010).

1.6.3 Βιολογικές μέθοδοι

Η ανάγκη περιορισμού της χρήσης του χημικού ελέγχου και των συνεπειών του, οδήγησε την έρευνα στην αξιοποίηση εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης, φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Η χρήση οργανισμών και μικροοργανισμών όπως είναι τα αρπακτικά είδη, τα παρασιτοειδή, οι εντομοπαθογόνοι μύκητες, τα βακτήρια και οι νηματώδης, αποτέλεσε και αποτελεί το επίκεντρο του ερευνητικού ενδιαφέροντος στη μάχη ενάντια στο δάκο.

1.6.3.1 Παρασιτοειδή και αρπακτικά του δάκου

Ο δάκος της ελιάς διαθέτει αρκετούς φυσικούς εχθρούς, παρασιτοειδή και αρπακτικά τα οποία είναι ενδημικά ήδη της λεκάνης της Μεσογείου αλλά και αρκετά ενδημικά σε άγριες ελιές της Αφρικής και Ασίας.

Επισκοπήσεις στην Ελλάδα (Κρήτη – Πελοπόννησο) και σε Πορτογαλία εμφανίζουν την ύπαρξη των ειδών *Eupelmus urozonus* Dalman (εξωπαράσιτο), *Pnigalio mediterraneus* Ferrière & Delucchi (εξωπαράσιτο), *Eurytoma martelli* Domenichini (εξωπαράσιτο), *Cyrtotypx latipes* Rond (εξωπαράσιτο), *Psytalia (Opius) concolor* Szépliget (ενδοπαράσιτο) και του αρπακτικού ωών *Prolasioptera berlesiana* Paoli (Kalaitzaki, 2014b, Goncalves, 2014).

Τα είδη *Psytalia lounsburyi* Silvestri (ενδοπαράσιτο), *Psytalia (Opius) concolor* Szépliget (ενδοπαράσιτο), *Psytalia humilis* Szépliget (ενδοπαράσιτο), *Psytalia ponerophaga* Silvestri (ενδοπαράσιτο), *Utetes africanus* Silvestri (ενδοπαράσιτο) και *Bracon celer* Szépliget είναι ενδημικά της Νότιας Αφρικής, της Κένυας, του Μαρόκου, της Ναμίμπια και του Πακιστάν (Daane *et al.*, 2011). Το σύνολο των παρασιτοειδών προσβάλλει τα προνυμφικά στάδια του δάκου της ελιάς, δηλαδή προνύμφες 2^{ης} και 3^{ης} ηλικίας.

Από τα προαναφερθέντα είδη το ενδοπαράσιτοειδές *Psytalia (Opius) concolor* Szépliget έχει συγκεντρώσει το ενδιαφέρον πλήθους ερευνητικών προσπαθειών και θεωρείται το πιο μελετημένο. Εκτός από το δάκο της ελιάς παρασιτεί προνύμφες και άλλων ειδών της οικογένειας Tephritidae όπως της μύγας της Μεσογείου. Έχει την ικανότητα να παρασιτεί προνύμφες κυρίως 3^{ης} ηλικίας και μπορεί να διακρίνει και να

επιλέγει τους προσβεβλημένους καρπούς από δάκο έναντι των υγείων (Benelli *et al.*, 2014). Τα θηλυκά του *P. concolor* έλκονται από οργανικές πτητικές ενώσεις που εκλύονται από τους προσβεβλημένους καρπούς, ως μικρής ακτίνας καίρομένες (Giunti, 2016). Πειράματα αγρού με εξαπόλυση πληθυσμών εκτροφής του *P. concolor* έδειξαν ικανοποιητικό βιολογικό έλεγχο του δάκου σε χρονιές με υψηλή παραγωγή (Delrio, 2005). Στον αντίποδα άλλες έρευνες δείχνουν ότι το *P. concolor* είναι μελλοντικά υποσχόμενος παράγοντας βιολογικού ελέγχου, αλλά προς το παρόν δεν είναι ικανό να συγκρατήσει τον πληθυσμό του δάκου κάτω από τα όρια οικονομικής ζημιάς (Yokoyama *et al.*, 2006, Hepdurgun *et al.*, 2009, Daane *et al.*, 2011, Yokoyama, 2015). Αυτή η αδυναμία μπορεί να οφείλεται στην ποιότητα του πληθυσμού εκτροφής, στην εποχική διαθεσιμότητα του ξενιστή, στις κλιματικές συνθήκες, στον μικρού μήκους ωσθέτη προσαρμοσμένο στους μικρούς άγριους καρπούς ελιάς που φύονται στην Αφρική, περιοχή καταγωγής του (Daane *et al.*, 2011, Daane *et al.*, 2015). Η ικανότητα παρασιτισμού του *P. concolor* είναι μεγαλύτερη στις μικρόκαρπες ποικιλίες, παρά στις μεγαλόκαρπες, ενώ σε σχέση με τις ποικιλίες Αμφίσσης, Καλαμών, Μαστοειδής και Κορωνέϊκη, η Μαστοειδής εμφανίζει τα μεγαλύτερα ποσοστά παρασιτισμού. (Wang *et al.*, 2009, Garantonakis *et al.*, 2017).

Σχετικά με την ωοφάγο δράση της κηκιδόμυγας *Prolasioptera berlesiana* οι απόψεις των ερευνητών διίστανται και μάλλον συγκλίνουν στο γεγονός ότι η προνύμφη της είναι μυκοφάγος ή σαπροφάγος και περιστασιακά ωοφάγος χωρίς πρακτική σημασία στη βιολογική αντιμετώπιση του δάκου (Sasso and Viggiani, 2007).

Αναφορικά με τη δράση αρπακτικών, εδαφόβια αρθρόποδα των οικογενειών Forficulidae όπως το *Forficula auricularia* των Carabidae, αλλά και είδη της οικογένειας των Staphylinidae φαίνεται να έχουν σημαντική θηρευτική δράση έναντι των νυμφών του δάκου που βρίσκονται στο έδαφος (Dinis *et al.*, 2016). Μοριακή έρευνα στο περιεχόμενο του πεπτικού σωλήνα του κολεόπτερου εδάφους *Ocyrops olens* της οικογένειας των Staphylinidae επιβεβαίωσε τη δράση του ως αρπακτικό νυμφών του δάκου τουλάχιστον κατά την περίοδο του φθινοπώρου (Albertini *et al.*, 2018).

Παρά την διαρκή και επίμονη προσπάθεια ανεύρεσης παρασιτοειδούς ή αρπακτικού ικανού να συγκρατήσει σε κάθε περίπτωση, τον πληθυσμό του δάκου κάτω από τα όρια οικονομικής ζημιάς, αυτό δεν έχει επιτευχθεί έως τώρα. Για το λόγο αυτό η έρευνα συνεχίζεται με το ίδιο αμείωτο ενδιαφέρον.

1.6.3.2 Εντομοπαθογόνοι μικροοργανισμοί

Η ανάγκη ανεύρεσης εναλλακτικών μεθόδων αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς σε σχέση με την χημική καταπολέμηση, οδήγησε στην έρευνα της χρήσης των εντομοπαθογόνων μυκήτων για το σκοπό αυτό. Βιοδοκιμές εργαστηρίου αλλά και πειράματα αγρού επιβεβαίωσαν ότι το στέλεχος του μύκητα *Mucor hiemalis* (SMU-21), αλλά και το εγκεκριμένο σκεύασμα με δραστική ουσία το μύκητα *Beauveria bassiana* έχουν σημαντική εντομοκτόνο δράση στα ενήλικα (Anagnou, *et al.*, 2005, Konstantopoulou and Mazomenos, 2005, Benuzzi, *et al.*, 2007). Επίσης Βιοδοκιμές εργαστηρίου και ψεκασμοί εδάφους με στελέχη του εντομοπαθογόνου ασκομύκητα *Metarhizium brunneum* έδειξαν, άνω του 70% μείωση του πληθυσμού των ενηλίκων που εμφανίζονται από διαχειμάζουσες νύμφες του εδάφους την άνοιξη (Yousef and Andre, 2013, Yousef *et al.*, 2018).

Αναφορικά με την χρήση βακτηρίων στην βιολογική αντιμετώπιση του δάκου αυτή είναι πειραματική και αφορά την τεχνική της εντομολογικής ασυμβατότητας (Incompatible Insect Technique). Σύμφωνα με αυτή, εργαστηριακά παραγόμενος πληθυσμός αρσενικών ατόμων του δάκου μολύνεται με το συμβιωτικό βακτήριο *Wolbachia wCer2*. Η εξαπόλυση αυτών των ατόμων στο περιβάλλον και η σύζευξή τους με άγρια θηλυκά δημιουργεί θνησιγενή έμβρυα λόγω κυτοπλασματικής ασυμβατότητας που προκαλεί το βακτήριο (Apostolaki *et al.*, 2011).

Η χρήση των εντομοπαθογόνων νηματωδών στην αντιμετώπιση του δάκου της ελιάς βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο και απαιτεί περαιτέρω έρευνες προκειμένου να έχει πρακτική εφαρμογή. Παρ'όλα αυτά Βιοδοκιμές με τους εντομοπαθογόνους νηματώδης *Steinernema carpocapsae* και *Heterorhabditis bacteriophora* εμφάνισαν 62,5% και 40,6% αντίστοιχα θνησιμότητα σε νύμφες καθώς και 21,9% θνησιμότητα στα εμφανιζόμενα νεαρά ενήλικα (Torrini *et al.*, 2017).

1.6.4 Καλλιεργητικές πρακτικές

Οι καλλιεργητικές πρακτικές αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα στη διαχείριση του δάκου της ελιάς, οι οποίες στη χώρα μας δεν έχουν τύχει της ανάλογης προσοχής σε σχέση με άλλες περιοχές καλλιέργειας της ελιάς όπως π.χ. η Καλιφόρνια. Πιο συγκεκριμένα, ο χρόνος συγκομιδής του καρπού πριν την μεγάλη ανάπτυξη του δακοπληθυσμού, η αφαίρεση όλων των καρπών από τα δένδρα και το έδαφος, έτσι ώστε αυτοί να μην αποτελούν υπόστρωμα για την ανάπτυξη επιπρόσθετων γενεών

έως την νέα καλλιεργητική περίοδο, η διαχείριση του δάκου της ελιάς στις αστικές και μη καλλιεργούμενες περιοχές που γειτνιάζουν με ελαιώνες, είναι μερικές από τις σημαντικότερες καλλιεργητικές πρακτικές (Rice, 2001, Yokoyama, 2015). Η αποφυγή ψεκασμών κάλυψης με οργανοφωσφωρικά εντομοκτόνα και η διατήρηση της ωφέλιμης εντομοπανίδας, όπως είναι τα αρθρόποδα του εδάφους και διάφορα είδη αραχνών αυξάνουν την θήρευση νυμφών και ενηλίκων (Picchi *et al.*, 2016, Picchi *et al.*, 2017). Η κατεργασία του εδάφους, η άρδευση και η λίπανση φαίνεται να έχουν θετική συσχέτιση με την ευαισθητοποίηση όλων των ποικιλιών ελιάς έναντι του δάκου (Navrozidis *et al.*, 2007).

1.6.5 Βιοτεχνολογικές μέθοδοι

1.6.5.1 Η τεχνική της παρεμπόδισης σύζευξης

Η τεχνική αυτή έχοντας εφαρμοστεί στα λεπιδόπτερα, δοκιμάστηκε σε Ισπανία και Ελλάδα και στη περίπτωση του δάκου της ελιάς· διότι ήταν ήδη γνωστή η ελκυστική φερομόνη φύλου που παρήγαγαν τα θηλυκά προς έλξη των αρσενικών, με βασικό συστατικό το 1,7-διοξάσπιο [5,5] ενδεκάνιο. Αν και επιδίωξη ήταν η προσέλκυση και η σύγχυση των αρσενικών ατόμων στο να εντοπίσουν την πηγή εκπομπής, αποτυγχάνοντας τελικά να συζευχθούν, εντούτοις το μόνο που παρατηρήθηκε ήταν η μαζική μετανάστευση όχι μόνο των αρσενικών αλλά και των θηλυκών ατόμων προς την πηγή εκπομπής. Απεδείχθη δηλαδή ότι και τα θηλυκά άτομα προσελκύονται από την τεχνητά εκπεμπόμενη φερομόνη, με λιγότερο έντονο τρόπο όμως, καθιστώντας έτσι την μέθοδο αναποτελεσματική (Bueno and Jones, 2002, Navarro-Llopis *et al.*, 2011).

1.6.5.2 Η τεχνική των στειρωμένων εντομών

Αφορά την μαζική εκτροφή και στείρωση στο εργαστήριο αρσενικών ατόμων του δάκου της ελιάς και εξαπόλυσή τους στη συνέχεια στο περιβάλλον προκειμένου να συζευχθούν με τα άγρια θηλυκά και να μην παραχθούν απόγονοι. Η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε άλλα ήδη επιβλαβών εντόμων από την δεκαετία του 1950 (Kozanek and Caceres, 2007). Στην Ελλάδα υιοθετήθηκε ως μέθοδος αντιμετώπισης του δάκου της ελιάς από την δεκαετία του 1960· μαζικές εξαπολύσεις στείρου πληθυσμού (στείρωση με γ- ακτινοβολία) σε δυο πειράματα που διεξήχθησαν σε Χαλκιδική και Εύβοια αρχές της δεκαετίας του 1970 και του 1980 αντίστοιχα,

έδωσαν μη ικανοποιητικά αποτελέσματα (Estes *et al.*, 2012). Ως βασικές αιτίες αποτυχίας και εγκατάλειψης της μεθόδου κρίνονται το υψηλό κόστος και η χαμηλή ποιότητα του εξαπολυόμενου πληθυσμού, σε σχέση με την δυνατότητα επιβίωσης στο περιβάλλον του πεδίου καθώς και με την ικανότητα έρευνας, ανεύρεσης και σύζευξης με τα άγρια θηλυκά (Genç *et al.*, 2016). Η ανάπτυξη της γενετικής μηχανικής και η δημιουργία γενετικά τροποποιημένου δάκου της ελιάς, αναβίωσε το επιστημονικό ενδιαφέρον για τη μέθοδο· αφού πλέον η στείρωση του εκτρεφόμενου πληθυσμού μπορεί να επιτευχθεί με γενετικό τρόπο, αποφεύγοντας τις αρνητικές συνέπειες της γ-ακτινοβολίας στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του εξαπολυόμενου πληθυσμού και καθιστώντας εφικτή την εξαπόλυση αποκλειστικά αρσενικών ατόμων (Ant *et al.*, 2012, Sagri *et al.*, 2014). Βιοδοκιμές εργαστηρίου επιβεβαίωσαν ότι δεν υπάρχει κάποια αρνητική επίπτωση στο παρασιτοειδές *Psytalia concolor* και στα αρπακτικά *Pardosa spider* και *Aleochara bilineata* σε σχέση με το προσδόκιμο ζωής και την αναπαραγωγική τους ικανότητα όταν διατραφούν με γενετικά τροποποιημένες προνύμφες δάκου (Marubbi *et al.*, 2017). Παρ'όλα αυτά το αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε σχέση με τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς και την χρήση τους, η έλλειψη επαρκών δεδομένων ανάλυσης κινδύνου, καθώς και ηθικά, πολιτικά και κοινωνικοοικονομικά ζητήματα καθιστούν έως τώρα αδύνατη την εξαπόλυση γενετικά τροποποιημένου δάκου στο περιβάλλον για φυτοπροστατευτικούς σκοπούς (Turner *et al.*, 2018).

1.6.5.3 Τεχνολογίες προσέλκυσης και θανάτωσης

Η μεθοδολογία της προσέλκυσης και θανάτωσης (attract-and-kill) αφορά την χειραγώγηση της συμπεριφοράς των εντόμων, συνδυάζοντας οσφρητικά με ή χωρίς οπτικά ερεθίσματα για την από απόσταση προσέλκυσή τους, με ένα τοξικό παράγοντα (π.χ. εντομοκτόνο) ή μια συσκευή παγίδευσης (Piñero *et al.*, 2014). Οι τεχνολογίες προσέλκυσης και θανάτωσης αφορούν τους δολωματικούς ψεκασμούς που ήδη έχουν προαναφερθεί και τη μέθοδο της μαζικής παγίδευσης (mass-trapping) με τους δολωματικούς σταθμούς (bait stations) και τα συστήματα μαζικής παγίδευσης αντίστοιχα. Βασική διαφορά μεταξύ δολωματικών σταθμών και των συστημάτων μαζικής παγίδευσης είναι το γεγονός ότι οι δολωματικοί σταθμοί δεν συγκρατούν τα

θανατωμένα έντομα εντός ενός περιέκτη ή πάνω σε μια καλυμμένη με κόλλα επιφάνεια, όπως τα συστήματα μαζικής παγίδευσης (Piñero *et al.*, 2014).

Οι τεχνολογίες προσέλκυσης και θανάτωσης χρησιμοποιήθηκαν εναντίων ειδών της οικογένειας των Tephritidae από την δεκαετία του 1920, ενώ στην Ελλάδα εναντίον του δάκου στα τέλη της δεκαετίας του 1930, χωρίς όμως ικανοποιητικά αποτελέσματα (Haniotakis, 2005, Navarro-Llopis and Vacas, 2014). Η ανάπτυξη των οπτικών και τροφικών ελκυστικών, αλλά και των σηματοχημικών ουσιών, αναβίωσε το ενδιαφέρον για αυτές, ως μεθόδους παρακολούθησης και ελέγχου του πληθυσμού του δάκου της ελιάς (Prokopy *et al.*, 1975, Katsoyannos and Kouloussis, 2001, Navarro-Llopis *et al.*, 2011, Gil-Ortiz, 2015).

1.6.5.3.1 Δολωματικοί σταθμοί (bait stations)

Πρόκειται συνήθως για συσκευές ή κατασκευές με ειδικά μελετημένο χρώμα ελκυστικό για το έντομο στόχο, η οποίες περιέχουν σε διακριτά τμήματα, μια τροφική ελκυστική ουσία, ένα εξατμιστήρα με συνθετική ελκυστική φερομόνη ή μίγμα αυτής καθώς και έναν τοξικό παράγοντα. Ο ιδανικός δολωματικός σταθμός, έχει την ικανότητα να στοχεύει και να περιορίζει τα θηλυκά άτομα, έχει χαμηλό κόστος, είναι εξαιρετικά επιλεκτικός στοχεύοντας μόνο στο έντομο στόχο, δεν παγιδεύει ή συγκρατεί τα άτομα που προσελκύει, διαθέτει μακράς διάρκειας ελκυστικό και εντομοκτόνο έτσι ώστε να μην απαιτεί συντήρηση ή αντικατάσταση, είναι εύκολος στη χρήση αναλώσιμος ή βιοαποικοδομήσιμος, η αποτελεσματικότητά του είναι το ίδιο καλή ή και καλύτερη από το δολωματικό ψεκασμό, η χρησιμοποιούμενη συσκευή είναι κατάλληλη για διάφορα ελκυστικά και τοξικούς παράγοντες και τέλος ο παράγοντας θανάτωσης είναι οργανικός χαμηλής τοξικότητας, χωρίς επίδραση σε ωφέλιμα έντομα μη στόχους (FAO/IAEA, 2009).

Η επίτευξη των παραπάνω χαρακτηριστικών έχει προκαλέσει τον πειραματισμό με πλήθος συνδυασμών συσκευών, ελκυστικών και τοξικών παραγόντων. Πειράματα αγρού στα οποία χρησιμοποιήθηκε ο δολωματικός σταθμός Eco-Trap της εταιρίας Vioryl. S.A., αποτελούμενος από ένα ανοικτού πράσινου χρώματος φάκελο από πλαστικοποιημένο χαρτί εμποτισμένο και στις δυο πλευρές του με δελταμεθρίνη (Desis 2.5%) , περιέχοντας αμμωνιακό δικαρβονικό άλας ως τροφικό ελκυστικό και των δυο φύλων του δάκου της ελιάς καθώς και ένα εξατμιστήρα με φερομονικό μίγμα (1,7-διοξάσπιρο [5,5] ενδεκάνιο ελκυστική φερομόνη για τα αρσενικά και αφροδισιακή για

τα θηλυκά άτομα, έδειξαν σημαντικά χαμηλότερη πυκνότητα πληθυσμού και ποσοστό προσβολής σε σχέση με τους δολωματικούς ψεκασμούς, αλλά με υψηλότερο κόστος από αυτούς (Broumas *et al.*, 2002).

Σε παρόμοια πειράματα αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα ανάλογου τύπου δολωματικού σταθμού της ίδιας εταιρείας ο οποίος περιείχε 10mg δελταμεθρίνη, 10% ζάχαρη σε διάλυμα με 1% γλυκερόλη, 17gr αμμωνιακό δικαρβονικό άλας και 50mg με τη θηλυκή φερομόνη 1,7-διοξάσπιορο [5,5] ενδεκάνιο. Στα επόμενα χρόνια των ίδιων πειραμάτων χρησιμοποιήθηκε ως δολωματικός σταθμός ένα κυλινδρικό πλαίσιο από καλώδιο που περιείχε εμποτισμένο σε δελταμεθρίνη βαμβακερό πανί καθώς και ελκυστικό, μια πλάκα από πολυστερίνη (Οξικό άλας αιθυλενίου βινυλίου EVA) σε μίγμα με 10gr αμμωνιακό δικαρβονικό άλας. Κάθε πλάκα έφερε ένα σακουλάκι με 500mg υδατικού διαλύματος 10% φερομόνης φύλου. Παρατηρήθηκε ότι και οι δυο τύποι δολωματικών σταθμών είναι το ίδιο αποτελεσματικοί σε σχέση με τους δολωματικούς ψεκασμούς τις χρονιές με χαμηλά επίπεδα πληθυσμού, ενώ σε αυτές με υψηλά επίπεδα απαιτείται συμπληρωματικά τουλάχιστον ένας δολωματικός ψεκασμός (Mazomenos *et al.*, 2002).

Επίσης σε πειράματα αγρού στα οποία χρησιμοποιήθηκε ο δολωματικός σταθμός Eco-Trap με κόλλα της εταιρίας Vioryl. S.A. καθώς και εξαπόλυση ωφέλιμων παρασιτοειδών, παρατηρήθηκε μείωση της προσβολής 10% σε σχέση με το μάρτυρα, αλλά επίσης και το γεγονός ότι μπορεί να συνδυαστεί η μαζική παγίδευση με την εξαπόλυση ωφέλιμων εντόμων (Liaropoulos, *et al.*, 2005).

Ανάλογες έρευνες έδειξαν πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα με μείωση της προσβολής στο μισό, εφόσον η ενεργή προσβολή κατά την τρίτη εβδομάδα του Οκτωβρίου δεν ξεπερνά το 30%, στο 80% των καλλιεργούμενων κτημάτων μιας περιοχής. Αυτό σημαίνει ότι εάν οι αγρότες ψεκάζουν όταν η προσβολή είναι χαμηλή και συγκομίζουν αργά το Δεκέμβριο, η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης δεν είναι συμφέρουσα για την περιοχή αυτή (Rizzi, *et al.*, 2005). Στο ίδιο ποσοστό μείωσης της προσβολής σε σχέση με το μάρτυρα κατέληξαν και άλλοι ερευνητές όταν αξιολόγησαν την απόδοση του δολωματικού σταθμού Eco-Trap και ενός άλλου που βρισκόταν σε πειραματικό στάδιο (Iannota, *et al.*, 2007).

Στον αντίποδα αυτών των ερευνών άλλοι ερευνητές αναφέρουν στα αποτελέσματά τους, ότι ο συνδυασμός δολωματικών σταθμών και ψεκασμών με απωθητικά ωοτοκίας όπως ο καολίνης και το υδροξείδιο του χαλκού έδωσαν μη

ικανοποιητικά αποτελέσματα την χρονιά με την υψηλή προσβολή που δεν δικαιολογούν το κόστος τους (Caleca *et al.*, 2007).

Παρόλα αυτά η μέθοδος της μαζικής παγίδευσης με δολωματικούς σταθμούς μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα εφόσον εφαρμοσθεί σε περιφερειακό επίπεδο, από τους αγροτικούς οργανισμούς (Yasin *et al.*, 2014).

1.6.5.3.2 Συστήματα μαζικής παγίδευσης

Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούν τα συστήματα παγίδευσης όπου άμεσα συντελούν στην μείωση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, αλλά και αυτά που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της δυναμικής του· αφού με έμμεσο τρόπο συμβάλουν στην αντιμετώπισή του. Και στις δυο περιπτώσεις τα συστήματα αυτά διακρίνονται σε δυο βασικούς τύπους· στις παγίδες υγρού τύπου όπου τα ελκυστικά είναι σε υγρή μορφή και σε αυτές του ξηρού τύπου (Navarro-Llopis and Vacas, 2014).

1.6.5.3.2.α Παγίδες “υγρού” τύπου

Σε αυτή την ομάδα περιλαμβάνονται παγίδες οι οποίες χρησιμοποιούνται για παρακολούθηση αλλά και για καταπολέμηση. Κύριος εκπρόσωπος αυτής της κατηγορίας είναι η συμβατική παγίδα McPhail και οι διάφορες εκσυγχρονισμένες παραλλαγές της, η οποία χρησιμοποιείται αδιάληπτα σχεδόν για ένα αιώνα τώρα συνδυάζοντας διάφορα τροφικά ελκυστικά, φερομόνες φύλου και χρωματικούς παράγοντες. Έτσι εκτός από τις συμβατικές γυάλινες παγίδες οι οποίες φέρουν τροφικό ελκυστικό, χρησιμοποιούνται και οι εκσυγχρονισμένοι τύποι οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από πλαστικό, αποτελούνται συνήθως από δυο τμήματα, ένα διάφανες και ένα κίτρινου χρώματος (οπτικό ελκυστικό) και μπορεί να φέρουν στο πάνω τμήμα τους υποδοχή για φερομόνη ή άλλο ελκυστικό παράγοντα (IAEA, 2003).

Ένας άλλος τύπος παγίδας, στην ευρύτερη κατηγορία της παγίδας McPhail ευρέως χρησιμοποιούμενος κυρίως λόγω χαμηλού κόστους, αλλά σχετικά χαμηλής αποτελεσματικότητας στην καταπολέμηση, είναι η Ισπανική “OLIPE” (Olivarera Los Pedroches SCA)· η οποία αποτελείται από ένα πλαστικό μπουκάλι 1½ λίτρου, το οποίο περιέχει διάλυμα τροφικού ελκυστικού και στο πάνω μέρος του διαθέτει περιμετρικά μερικές οπές διαμέτρου 4-5mm (Vossen, 2003, Eliopoulos, 2007). Στη Ελλάδα οι καλλιεργητές χρησιμοποιούν αυτήν την παγίδα με τροφικό ελκυστικό διάλυμα αμμωνιακού άλατος.

Ο σχεδιασμός της παγίδας, το χρώμα, το σχήμα, το μέγεθος, τα ειδικά χαρακτηριστικά καθώς και το είδος των ελκυστικών που χρησιμοποιεί επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητά της στον αγρό (Eliopoulos, 2007). Το είδος και η μακροβιότητα του υγρού παράγοντα επηρεάζει την απόδοση της παγίδας, αφού σε αυτόν οφείλεται η ελκυστικότητα αλλά λειτουργεί συνάμα και ως παράγοντας θανάτωσης (πνιγμός) (Navarro-Llopis and Vacas, 2014).

Πειράματα αγρού έδειξαν ότι παγίδες που φέρουν τροφικό ελκυστικό και φερομόνη φύλου του δάκου έχουν τις περισσότερες συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών ατόμων (Broumas and Haniotakis, 1994). Επίσης σε συγκριτική αξιολόγηση τριών τροφικών ελκυστικών σε παγίδες McPhail, δηλαδή διαλύματα δυο τύπων υδρολυμένης πρωτεΐνης 75% και 55% αντίστοιχα σε διάφορες συγκεντρώσεις από 0,5% έως 8% καθώς και διάλυμα θειικής αμμωνίας 2%· προέκυψε ότι και οι δυο τύποι υδρολυμένων πρωτεϊνών εμφανίζουν την μεγαλύτερη ελκυστικότητα στη συγκέντρωση 1%, δεν διαφέρουν σημαντικά ως προς την ελκυστικότητα μεταξύ τους και έχουν σαφή μεγαλύτερη ελκυστικότητα και διάρκεια από το διάλυμα θειικής αμμωνίας (Varikou *et al.*, 2014). Συγκριτική αξιολόγηση σε ελαιώνες της Καλιφόρνια, μεταξύ της πλαστικής παγίδας McPhail χωρίς φερομόνη με διάλυμα ταμπλετών μαγιάς ως τροφικό ελκυστικό και δυο άλλων τύπων χρωματικών κολλητικών παγίδων που έφεραν τροφικό ελκυστικό (δικαρβονικό αμμώνιο) και φερομόνη φύλου· έδειξε ότι η παγίδα McPhail είχε τον μεγαλύτερο αριθμό συλλήψεων και δη θηλυκών ατόμων έναντι των δυο άλλων τύπων παγίδων (Burrack *et al.*, 2008).

Αξίζει να επισημανθεί ότι οι παγίδες τύπου McPhail παρά τις αποδεδειγμένες καλές τους επιδόσεις, απαιτούν αυξημένη εργασία για συντήρηση έναντι άλλων τύπων παγίδων, καθώς επίσης παρουσιάζουν διακυμάνσεις στην αποτελεσματικότητά τους σε σχέση με τις εποχιακές αλλαγές που αφορούν την θερμοκρασία, την σχετική υγρασία καθώς και τη διαθεσιμότητα της τροφής (Kapatos and Fletcher, 1983, Girolami, *et al.*, 2007, Varikou *et al.*, 2013).

Ως επιτομή στο σχεδιασμό παγίδων για την παρακολούθηση της δυναμικής του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, θα μπορούσε να αναφερθεί η κατασκευή των "έξυπνων" ηλεκτρονικών παγίδων τύπου McPhail και η χρήση τους στο πλαίσιο εφαρμογής δολωματικών ψεκασμών ακριβείας (Fouskitakis *et al.*, 2017). Δυο τύποι τέτοιων ηλεκτρονικών παγίδων έχουν κατασκευαστεί και δοκιμάζονται πειραματικά. Αφορούν τροποποιημένες παγίδες τύπου McPhail, οι οποίες χρησιμοποιούν τροφικά

ελκυστικά ή και φερομόνη ως ελκυστικά του δάκου· και έχουν την ικανότητα μέσω φωτοαισθητήρων ή φωτογράφισης αντίστοιχα να συλλέγουν τα δεδομένα, με ειδικές εφαρμογές να τα επεξεργάζονται και να αποστέλλουν τον αριθμό συλλήψεων του δάκου ως μήνυμα SMS μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας (Potamitis *et al.*, 2015, (Doitsidis *et al.*, 2017).

1.6.5.3.2.β Παγίδες “ξηρού” τύπου

Σε αυτήν την ομάδα κατατάσσονται οι κίτρινες τετράγωνες από πλαστικοποιημένο χαρτόνι κολλητικές παγίδες και οι δυο διαστάσεων κίτρινες κολλητικές παγίδες τύπου “ChamP” (IAEA, 2003). Χρησιμοποιούν ξηρού τύπου τροφικά ελκυστικά (κάψουλες αμμωνιακών αλάτων βραδείας αποδέσμευσης) ή και φερομόνη φύλου, κυρίως για παρακολούθηση του πληθυσμού αλλά έχουν δοκιμασθεί και στη καταπολέμηση (Haniotakis, 2005, Economidou *et al.*, 1986).

Έρευνες πεδίου έχουν δείξει ότι οι κίτρινες κολλητικές παγίδες που φέρουν ως ελκυστικό δικαρβονικά άλατα και φερομόνη φύλου συλλαμβάνουν σχεδόν διπλάσιο αριθμό αρσενικών ατόμων του δάκου και περισσότερα συνολικά άτομα και των δυο φύλων σε σχέση με αυτές χωρίς φερομόνη (Rice *et al.*, 2003). Επίσης πειράματα αγρού απέδειξαν ότι κίτρινες κολλητικές παγίδες που φέρουν ως ελκυστικό οξικό αμμωνιακό άλας βραδείας αποδέσμευσης σε πυκνότητα 1παγίδα/δένδρο μπορούν να συγκρατήσουν την προσβολή σε χαμηλά επίπεδα τις χρονιές όπου ο πληθυσμός είναι χαμηλός. Αντίθετα στις χρονιές όπου η παραγωγή είναι μικρή και ο πληθυσμός του δάκου υψηλός αυτό το σύστημα παγίδευσης ακόμα και με μεγαλύτερη πυκνότητα παγίδων ανά δένδρο κρίνεται ανεπαρκές (Economidou *et al.*, 1986).

Οι παγίδες “ξηρού” τύπου μπορεί να είναι οικονομικές, να έχουν ικανοποιητική διάρκεια ως προ την ελκυστικότητά τους και να απαιτούν θεωρητικά λιγότερη συντήρηση ή και καθόλου. Στην πράξη διαπιστώνεται ότι χάνεται η αποτελεσματικότητά τους εξαιτίας άλλων εντόμων, φύλλων ή σκόνης που επικαθονται στην κολλητική τους επιφάνεια καθώς επίσης επισημαίνεται ότι το κίτρινο χρώμα τους μπορεί να προσελκύει και ωφέλιμα έντομα μη στόχους (Economidou and Stavropoulou-Delivoria, 1984, Navarro-Llopis and Vacas, 2014).

Ως “state of the art” της εξέλιξης των ξηρού τύπου παγίδων αναφέρεται η κατασκευή και η πειραματική δοκιμή στον αγρό της ηλεκτρονικής παγίδας ξηρού τύπου. Αυτή χρησιμοποιεί μια κίτρινη κολλητική επιφάνεια με ελκυστικά δικαρβονικό

αμμώνιο και φερομόνη φύλου καθώς και μια ψηφιακή κάμερα η οποία στέλνει φωτογραφίες σε πραγματικό χρόνο μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας σε υπολογιστή. Εντομολόγοι ποσοτικοποιούν τις εμφανιζόμενες στις εικόνες συλλήψεις καθημερινά. Η ηλεκτρονική παγίδα ξηρού τύπου εμφανίζει ικανοποιητική ακρίβεια μετρήσεων παρόμοια με τα συμβατικά συστήματα παρακολούθησης του δακοπληθυσμού, έχει χρησιμοποιηθεί ως μέρος του γεωχωρικού συστήματος δολωματικών ψεκασμών ακριβείας και στοχεύει στην εντελώς αυτοματοποιημένη καταμέτρηση των συλλήψεων (Pontikakos *et al.*, 2012, Shaked *et al.*, 2018).

1.7 Σκοπός της διατριβής

Από τα προαναφερθέντα συνάγεται το συμπέρασμα ότι ο δάκος ως ο πιο σημαντικός και καταστροφικός εχθρός της ελιάς έχει αποτελέσει έως τώρα το επίκεντρο πλήθους ερευνητικών εργασιών και θα συνεχίσει να μονοπωλεί το ενδιαφέρον των επιστημόνων, εφόσον πολλά επιστημονικά ερωτήματα συνεχίζουν να παραμένουν αναπάντητα. Όπως ήδη έχει προαναφερθεί προσβάλλει όλα τα είδη του γένους *Olea* που παράγουν καρπούς, όπως το είδος *O. europaea* που περιλαμβάνει τους καλλιεργούμενους και άγριους τύπους· καθώς και τα είδη *O. verrucosa* και *O. europaea* subsp. *Africana* ενδημικά άγρια είδη της Αφρικής απ' όπου έλκει την καταγωγή του (Tzanakakis, 2008, Wang *et al.*, 2009, Ordano *et al.*, 2015). Ήδη κάποιοι ερευνητές έχουν επισημάνει, ότι η ύπαρξη ασυγκόμιστων ελαίων ή εγκαταλελειμμένων ελαιώνων καθώς και άγριων ελαιών (*O. europaea* var. *silvestris*) μέχρι την άνοιξη του δίνει την δυνατότητα ολοκλήρωσης τουλάχιστον μιας πρώτης γενιάς· αρκετά πριν την δημιουργία της νέας καρποφορίας, επιδεκτικής σε προσβολή στα μέσα του καλοκαιριού (Economidou, 1982, Koneos and Tzanakakis, 1990). Το χρονικό διάστημα του χειμώνα αρχές της άνοιξης δημιουργεί αρκετά ερωτηματικά και σενάρια σε σχέση με την δυνατότητα του εντόμου να μετακινείται σε μικρή κλίμακα από τους ελαιώνες σε παρακείμενους ξενιστές· όπως είναι οι εγκαταλελειμμένες και αυτοφυείς ελιές και το αντίστροφο, προκειμένου να ολοκληρώσει το κύκλο του (Tzanakakis, 2008, Marchini *et al.*, 2017). Παρ'όλα αυτά δεν υπάρχουν επαρκή ερευνητικά δεδομένα που να ερμηνεύουν πλήρως την εποχική αναπαραγωγική βιολογία των διαχειμαζόντων πληθυσμών, καθορίζοντας έτσι και τις στρατηγικές αντιμετώπισης του. Εάν εξαιρεθεί η περίοδος Ιουλίου – Οκτωβρίου όπου διενεργείται το πρόγραμμα δακοκτονίας και υποχρεωτικά παρακολουθείται η δυναμική του πληθυσμού, για το υπόλοιπο χρονικό

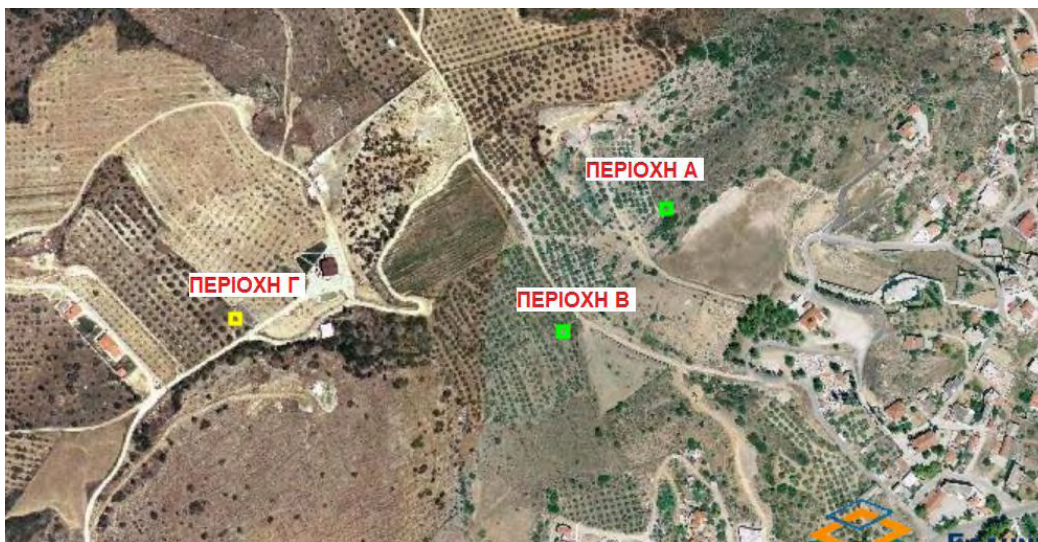
διάστημα δεν υπάρχουν ερευνητικά δεδομένα σε σχέση με αυτή. Επίσης πάρα την εξέλιξη στον τομέα των συστημάτων παγίδευσης· για το δάκο της ελιάς η παρακολούθηση των πληθυσμών του εξακολουθεί να βασίζεται στις συμβατικές γυάλινες παγίδες McPhail και σε αμμωνιακά ελκυστικά.

Σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν να μελετηθεί καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου η δυναμική των πληθυσμών του δάκου της ελιάς στη Μαγνήσια · με έμφαση στις εγκαταλελειμμένες και αυτοφυείς ελιές. Επίσης να γίνει συγκριτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας παλαιών και νέων ελκυστικών όπως το ελκυστικό Biodeleat. Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στη δημιουργία νέων πιο αποτελεσματικών στρατηγικών αντιμετώπισής του.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν σε τρεις ελαιώνες Α (Χ454076-Υ4356898), Β (Χ403989-Υ4356794) και Γ (Χ403713-Υ4356805), της τοποθεσίας “Κοκκινόβραχος”, στις παρυφές του οικισμού Διμηνίου, βορειοβορειοδυτικά, βορειοδυτικά και βορειοδυτικά αντίστοιχα από αυτόν, 3,5 χιλ. σε απόσταση από το Βόλο (Εικόνα 7). Οι Α και Β που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη της δυναμικής του πληθυσμού του δάκου της ελιάς απείχαν περίπου 135m ο ένας από τον άλλο και είχαν μέσο υψόμετρο 108,3m. Ο ελαιώνας Γ χρησιμοποιήθηκε για τη συγκριτική αξιολόγηση των τριών ελκυστικών ουσιών, είχε ένα μέσο υψόμετρο 162,63m και απείχε περίπου 230m από το ελαιώνα Β. Ο ελαιώνας Α (15 στρέμματα) περιείχε εγκαταλελειμμένες και στην πλειοψηφία τους αυτοφυείς ελιές. Ο ελαιώνας Β (14 στρέμματα) περιείχε καλλιεργούμενες ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιάς Πηλίου. Τα δέντρα ήταν ηλικίας 30-35 ετών φυτεμένα σε απόσταση 7m το ένα από το άλλο. Ο ελαιώνας Γ (11 στρέμματα) περιείχε ελιές της ποικιλίας Κονσερβολιάς Πηλίου ηλικίας 30-35 ετών με απόσταση φύτευσης 7m. Και οι τρεις «ελαιώνες» ήταν μη αρδευόμενοι. Στους δυο ελαιώνες (Β και Γ) εφαρμόζονταν το σύστημα της βιολογικής καλλιέργειας, χωρίς όμως να λαμβάνεται κάποιο μέτρο αντιμετώπισης για το δάκο της ελιάς.



Εικόνα 7. Οι πειραματικοί ελαιώνες (Α, Β, Γ) (Πηγή υπόβαθρου: ΕΚΧΑ 2007-2009)

Η καρποφορία εκτιμάται ότι ήταν στις περιοχές Α,Β,Γ περίπου 40-50% της κανονικής κατά το 2017, ενώ το 2018 η καρποφορία εκτιμήθηκε για τις καλλιεργούμενες 5-10% και για τις αυτοφυείς στο ποσοστό 25-30% της κανονικής. Τα ποσοστά αναφέρονται στα δένδρα που βρίσκονταν σε πλήρη καρποφορία με μια μέση

παραγωγή 25-30 κιλά το δένδρο για τους καλλιεργούμενους ελαιώνες και 4-5 κιλά για τις αυτοφυείς ελιές. Στα υπόλοιπα δένδρα η μέση παραγωγή εκτιμήθηκε ότι ήταν από 0 έως 20% της πλήρους καρποφορίας.

2.2 Παγίδες και ελκυστικά

2.2.1 Παγίδες

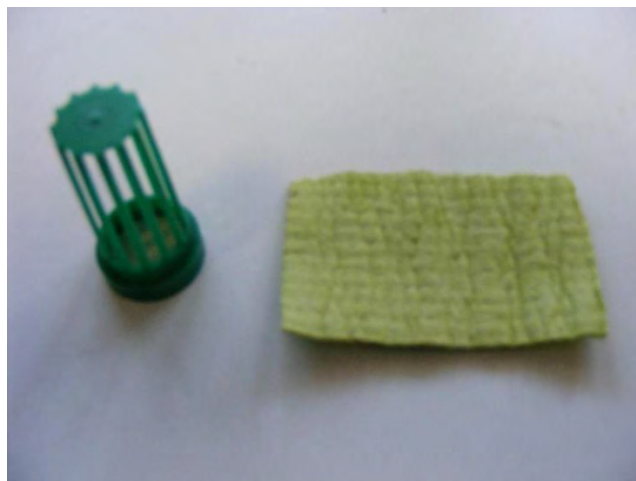
Και στα δύο «πειράματα» χρησιμοποιήθηκε “υγρού” τύπου παγίδα. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε η πλαστική παγίδα τύπου McPhail IPS (International Pheromone Systems) (Εικόνα 8). Η παγίδα αυτή αποτελείται από δυο τμήματα· το άνω διαφανές μέρος (καμπάνα) και τη βάση που έχει χρώμα κίτρινο (οπτικό ελκυστικό). Στη βάση υπάρχει κωνική οπή εισόδου για τα έντομα και χώρο για την τοποθέτηση υγρού μέσου παγίδευσης (Εικόνα 9). Η «καμπάνα» δυνητικά μπορεί να φέρει περιέκτη πράσινου χρώματος, για την τοποθέτηση φερομόνης ή άλλου ελκυστικού. Στο πείραμα της συγκριτικής αξιολόγησης των τριών ελκυστικών (βλέπε παρακάτω), αυτός ο περιέκτης έφερε εμποτισμένο με ελκυστικό, τεμάχιο σπογγοπετσέτας (Wettex®) διαστάσεων 5X10cm.



Εικόνα 8. Παγίδα τύπου McPhail της IPS



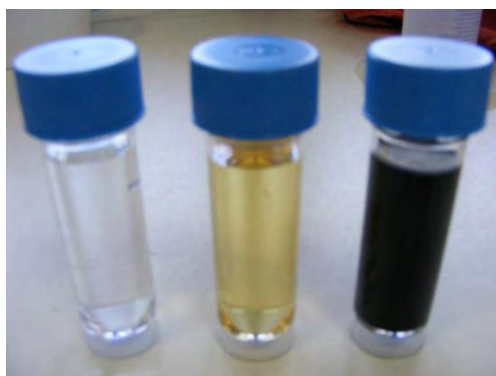
Εικόνα 9. Παγίδα τύπου McPhail, με τα τμήματα της



Εικόνα 10. Περιέκτης και σπογγοπετσέτα (Wettex®)

2.2.2 Ελκυστικά

Χρησιμοποιήθηκαν τρία είδη τροφικών ελκυστικών: α) υδατικό διάλυμα θειικού αμμωνίου (As), β) υδατικό διάλυμα του ελκυστικού Entomela (En) για παγίδες της εταιρείας “ΦΥΤΟΦΥΛ” Ν. Γ. ΣΤΑΥΡΑΚΗΣ, το οποίο είναι μια τροποποιημένη σύνθεση στις αδρανείς και βοηθητικές ουσίες του “ENTOMELA 50SL” και το οποίο περιέχει ουρία και υδρολυμένες πρωτεΐνες και γ) το ελκυστικό Biodelear (Bi) (Εικόνα 11). Το υδατικό διάλυμα της θειικής αμμωνίας (As) είχε περιεκτικότητα 2% σε θειικό αμμώνιο (As). Το ελκυστικό Entomela (En) χρησιμοποιήθηκε στην προτεινόμενη από τον κατασκευαστή αραιώση, δηλαδή 1 μέρος Entomela (En) προς 3 μέρη νερό. Η εφαρμογή του ελκυστικού Biodelear (Bi) έγινε εμποτίζοντας με 17 ml κάθε τεμάχιο σπογγοπετσέτας (Wettex®). Οι παγίδες που



Εικόνα 11. Από αριστερά προς δεξιά, διάλυμα θειικού αμμωνίου, διάλυμα Entomela και Biodelear

χρησιμοποιούσαν το ελκυστικό Biodelear (Bi), έφεραν στη βάση υδατικό διάλυμα προπυλενογλυκόλης περιεκτικότητας 10% για τη σύλληψη των εντόμων, τον

περιορισμό της εξάτμισης του υγρού και της αποσύνθεσης των συλλαμβανόμενων εντόμων.

2.3 Πειραματική διαδικασία

2.3.1 Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

Η πειραματική διαδικασία για την παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς στους ελαιώνες Α και Β ξεκίνησε αρχές Απριλίου του 2017 και τελείωσε τέλος Ιουλίου του 2018. Εγκαταστάθηκε ένα δίκτυο δέκα (10) παγίδων τύπου McPhail, σε δυο ομάδες, πέντε (5) εξ 'αυτών στον ελαιώνα Α και οι υπόλοιπες στον ελαιώνα Β (Εικόνα 12).



Εικόνα 12. Θέσεις των παγίδων στους ελαιώνες Α και Β (Πηγή υπόβαθρου: ΕΚΧΑ 2007-2009)

Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε ύψος 2m στην ανατολική πλευρά της κόμης των δένδρων και σε απόσταση τουλάχιστον 15m η μια από την άλλη (Εικόνα 13). Κάθε παγίδα έφερε 300ml διαλύματος θειικού αμμωνίου (Α) περιεκτικότητας 2%, το οποίο παρασκευάστηκε αρχικά αναμειγνύοντας 3lt νερού με 60gr θειικού αμμωνίου (Α). Οι ογκομετρήσεις γίνονταν με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα πολυπροπυλενίου όγκου 500:5ml της ISOLAB GmbH και οι ζυγίσεις με ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας (Εικόνα 14). Στη συνέχεια και σε κάθε επίσκεψη για τη συλλογή των εντόμων, σε κάθε παγίδα συμπληρώνονταν μόνο νερό και μέχρι τον όγκο των 300ml. Μια φορά το μήνα γινόταν αλλαγή του διαλύματος με νέο ίδιας περιεκτικότητας και όγκου. Η καταγραφή και συλλογή των συλληφθέντων εντόμων γινόταν κάθε εβδομάδα. Χρησιμοποιώντας

σουρωτήρι διαχωρίζονταν τα συλληφθέντα έντομα από το ελκυστικό διάλυμα και τοποθετούνταν σε πλαστικό φιαλίδιο (Εικόνα 15) διαφορετικό για κάθε παγίδα. Στη συνέχεια καθαρίζονταν η παγίδα με νερό και επανατοποθετούνταν το υδατικό διάλυμα θειικού αμμωνίου συμπληρωμένο μέχρι τον όγκο των 300ml εφόσον αυτό απαιτούνταν. Τα συλληφθέντα έντομα μεταφέρονταν στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την αναγνώριση και καταμέτρηση τους. Τα έντομα τοποθετούνταν σε πλαστικό τρυβλίο Petri διαμέτρου 9 cm και στη συνέχεια εξετάζονταν κάτω από στερεομικροσκόπιο Leica MZ12 (Εικόνα 16). Γινόταν καταμέτρηση και καταγραφή ανά παγίδα αρσενικών και θηλυκών ατόμων δάκου, καθώς και των άλλων ειδών που είχαν συλληφθεί.



Εικόνα 13. Παγίδα τύπου McPhail σε αυτοφυή ελιά (αριστερά) και ελιά ποικιλίας “Πηλίου” (δεξιά)



Εικόνα 14. Ογκομετρικός σωλήνας 500ml (αριστερά) και ζυγός ακριβείας (δεξιά)



Εικόνα 15. Φιαλίδιο τοποθέτησης συλληφθέντων εντόμων



Εικόνα 16. Στερεομικροσκόπιο Leica MZ12

2.3.2 Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών

Η πειραματική διαδικασία της συγκριτικής αξιολόγησης των τριών τροφικών ελκυστικών, θειικού αμμωνίου (As), Entomela (En) και Biodelear (Bi), άρχισε στο τέλος Ιουλίου του 2017 και τελείωσε στις αρχές Δεκεμβρίου του 2017. Το πειραματικό σχέδιο ήταν πλήρες τυχαιοποιημένες ομάδες. Το πείραμα εγκαταστάθηκε στον οπωρώνα Γ (Εικόνα 17). Συγκεκριμένα αναρτήθηκαν συνολικά τριάντα (30) παγίδες σε δέκα ομάδες των τριών μεταχειρίσεων (ελκυστικών). Στην κάθε ομάδα αναρτούνταν από μια παγίδα με ελκυστικό θειικό αμμώνιο (As), Entomela (En) και Biodelear (Bi) αντίστοιχα. Οι παγίδες τοποθετήθηκαν σε ύψος 2m στην ανατολική πλευρά της κόμης των δένδρων και σε απόσταση τουλάχιστον 15m η μια από την άλλη. Σε κάθε επανάληψη (ομάδα) μια παγίδα έφερε υδατικό διάλυμα θειικού αμμωνίου (As) περιεκτικότητας 2%, η δεύτερη παγίδα υδατικό διάλυμα Entomela (En) σε αναλογία 3:1 και η τρίτη υδατικό διάλυμα 10% προπυλενογλυκόλης μαζί με εμποτισμένο τεμάχιο σπογγοπετσέτας με Biodelear (Bi) (Wettex®) τοποθετημένη στον ειδικό περιέκτη της παγίδας. Οι παγίδες με τα διαφορετικά ελκυστικά εναλλάσσονταν κυκλικά εντός της κάθε επανάληψης. Οι ογκομετρήσεις γίνονταν με τη βοήθεια ογκομετρικού σωλήνα πολυπροπυλενίου όγκου 500:5ml τους ISOLAB GmbH και οι ζυγίσεις με τον ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας (Εικόνα 14). Στη συνέχεια και σε κάθε επίσκεψη για τη συλλογή των εντόμων, σε κάθε παγίδα συμπληρώνονταν μόνο νερό και μέχρι τον όγκο των 300ml. Μια φορά το μήνα γινόταν αλλαγή των διαλυμάτων με νέα ίδιας περιεκτικότητας και όγκου καθώς και αλλαγή των Wettex® που περιείχαν το Biodelear (Bi). Η καταμέτρηση των εντόμων και η διαχείριση των παγίδων γινόταν όπως περιγράφεται παραπάνω (σελ. 37). Παράλληλα μια φορά τον μήνα γινόταν δειγματοληψία καρπών, συλλέγοντας τυχαία πέντε καρπούς από την περιφέρεια είκοσι τυχαίων δένδρων τα οποία ήταν διάσπαρτα σε όλη την έκταση του ελαιώνα. Για τον υπολογισμό του ποσοστού προσβολής, το δείγμα μεταφέρονταν στο εργαστήριο Εντομολογίας και Γεωργικής Ζωολογίας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την εξέταση του, καταγράφοντας τα γόνιμα νύγματα του δάκου της ελιάς ως ποσοστό επί των δειγματοσθέντων καρπών.



Εικόνα 17. Εικόνα του ελαιώνα Γ (Πηγή υπόβαθρου: ΕΚΧΑ 2007-2009)

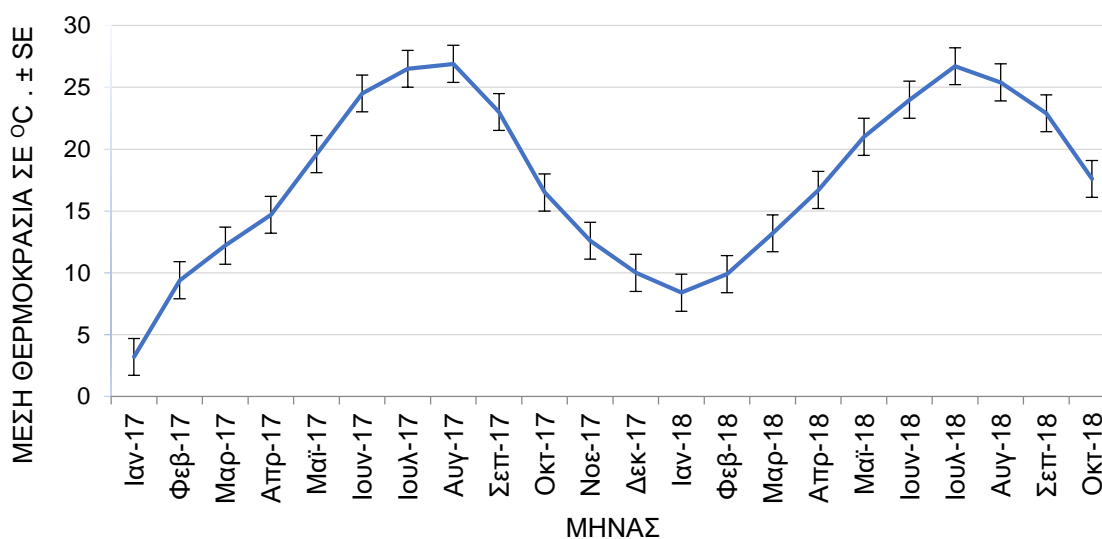
2.4 Στατιστική ανάλυση

Η ανάλυση και στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης του πληθυσμού του δάκου της ελιάς πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό πακέτο Microsoft Office Excel 2016 (Microsoft). Το t – κριτήριο (t -test) χρησιμοποιήθηκε για τη σύγκριση των μέσων στις καλλιεργούμενες και αυτοφυείς ελιές. Για την σύγκριση των τριών ελκυστικών, του θειικού αμμωνίου (As) του Biodelear (Bi) και του Entomela (En), χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο IBM SPSS Statistic 20.0 (Armoning, New York: IBM Corp. 2011). Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων, ακολουθούμενη από το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς LSD (Least Significant Difference) για συγκρίσεις τιμών ανά δυο.

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

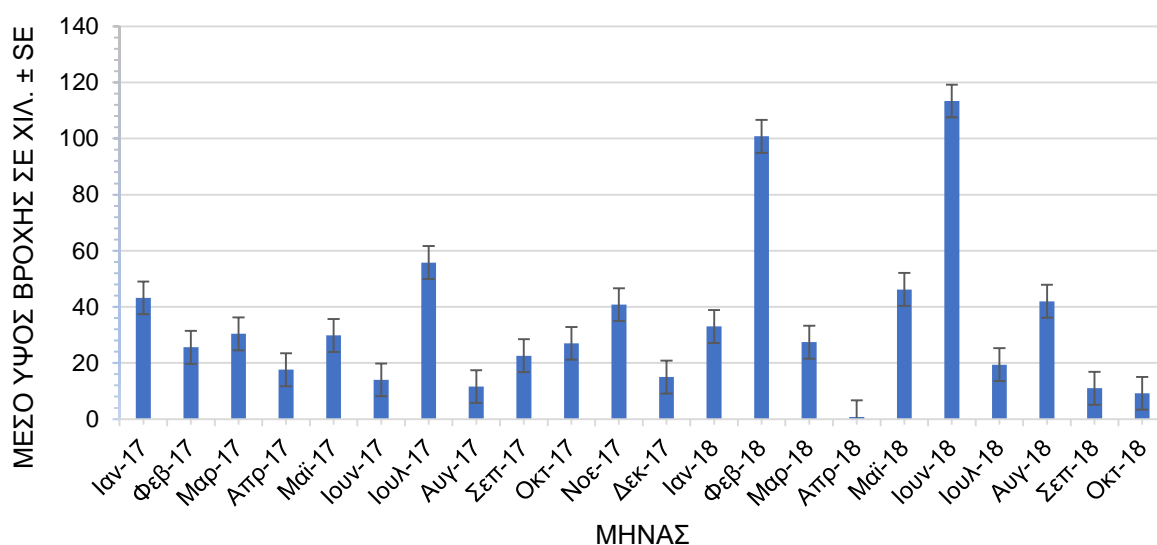
3.1 Μετεωρολογικό προφίλ της περιοχής

Το πρώτο έτος (2017) των παρατηρήσεων κατά τους μήνες Ιανουάριο – Φεβρουάριο επικράτησαν αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες σε σχέση με αυτές του ίδιου χρονικού διαστήματος του επόμενου έτους (Διάγραμμα 1). Οι θερμότεροι μήνες και για τα δυο έτη ήταν ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Οι μέγιστες μέσες θερμοκρασίες καταγράφηκαν τον Αύγουστο και τον Ιούλιο για το 2017 και 2018 αντίστοιχα.



Διάγραμμα 1. Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες (\pm SE) των ετών 2017-2018 στην περιοχή του Βόλου (Πηγή: www.meteo.gr)

Το ύψος της βροχής τον Φεβρουάριο του 2018 ήταν τουλάχιστον τριπλάσιο σε σχέση με αυτό του 2017, ενώ το ύψος βροχής τον Ιούνιο του 2018 ήταν τουλάχιστον τετραπλάσιο του αντίστοιχου μήνα του 2017. Ακόμα ο Αύγουστος του 2018 είχε τουλάχιστον διπλάσιο ύψος βροχής σε σχέση με αυτόν του 2017.

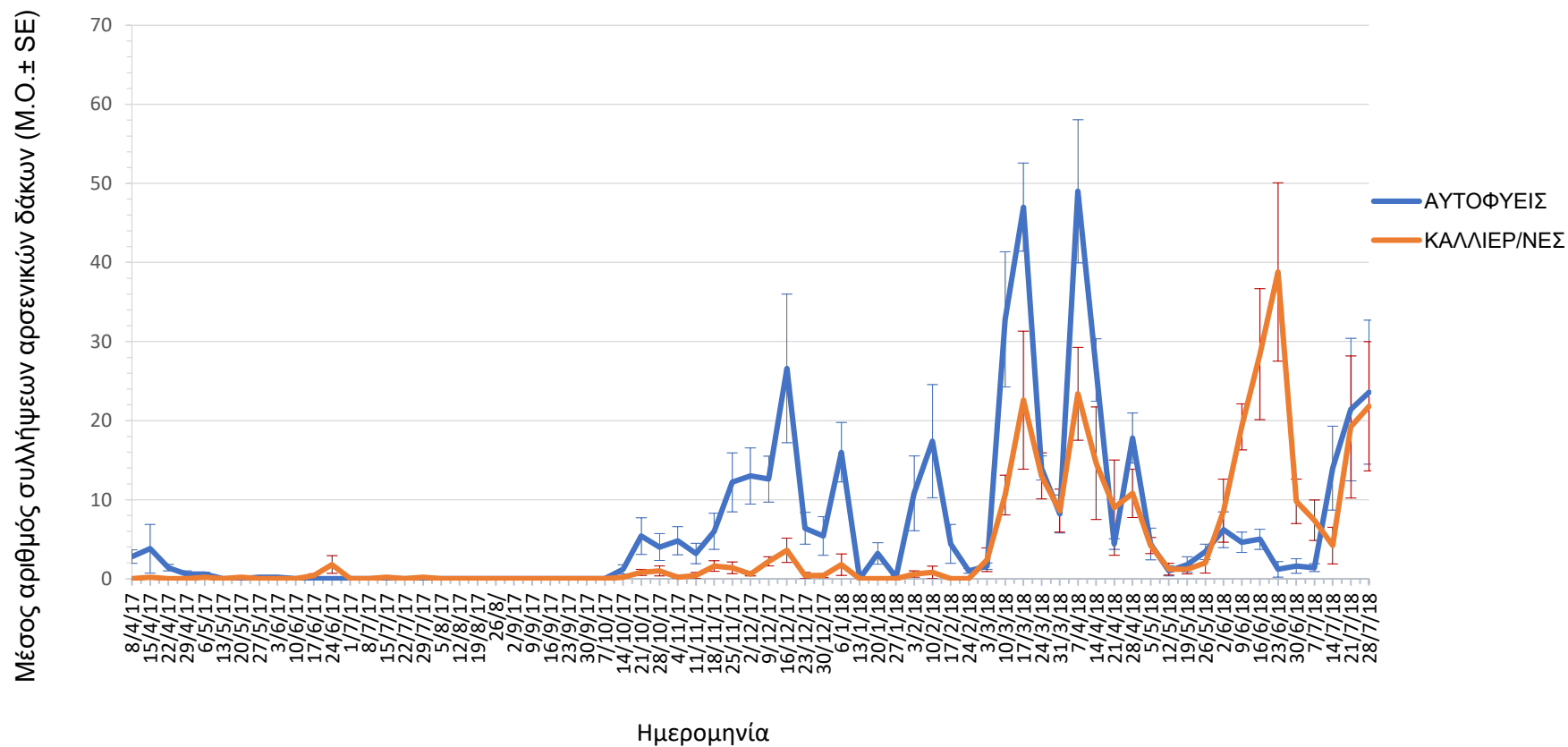


Διάγραμμα 2. Μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης από τον Ιανουάριο του 2017 έως τον Οκτώβριο του 2018 στην περιοχή του Βόλου (Πηγή: www.meteo.gr)

3.2 Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

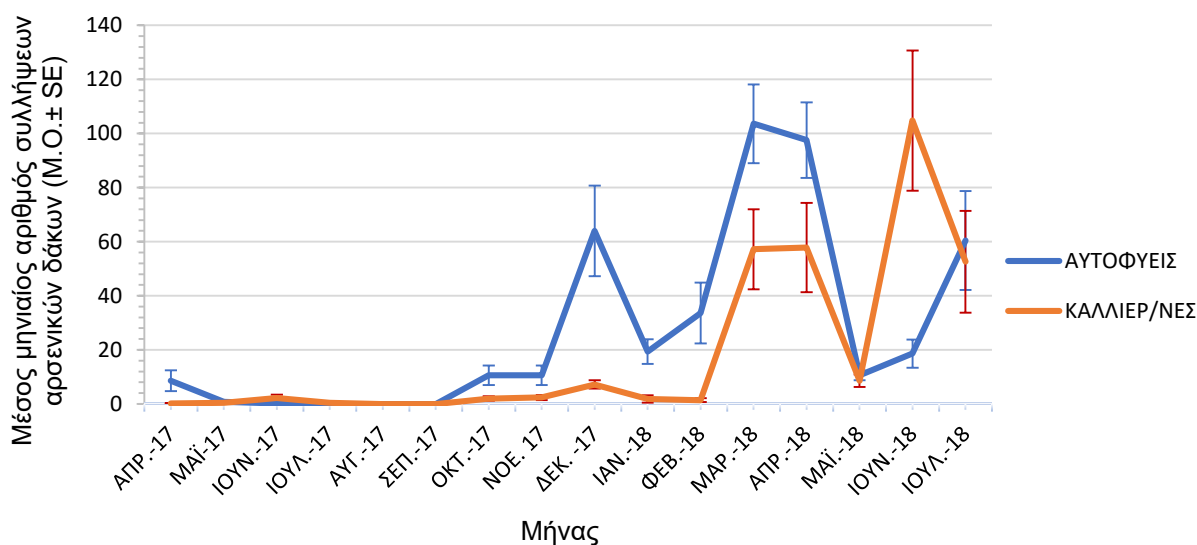
Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 3, το πρώτο έτος των παρατηρήσεων από τον Απρίλιο έως τα μέσα Ιουνίου ο πληθυσμός των αρσενικών του δάκου της ελιάς ήταν ιδιαίτερα χαμηλός στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές. Στο ίδιο διάστημα οι συλλήψεις στις καλλιεργούμενες ελιές κινούνταν σε μηδενικά επίπεδα. Από τα μέσα Ιουνίου καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες ελιές και δραματική μείωση στις αυτοφυείς. Από τις αρχές Ιουλίου μέχρι και τις αρχές Οκτωβρίου οι συλλήψεις και στις δυο περιοχές ήταν ιδιαίτερα χαμηλές. Από τον Οκτώβριο έως το τέλος του έτους παρατηρήθηκε υψηλός αριθμός συλλήψεων στις εγκαταλελειμμένες - αυτοφυείς ελιές σε σχέση με τις καλλιεργούμενες στις οποίες οι συλλήψεις ήταν μηδενικές για το μεγαλύτερο διάστημα. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από τις αρχές Μαρτίου του 2018 παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση των συλλήψεων αρσενικών του δάκου της ελιάς και στους δυο ελαιώνες. Οι συλλήψεις στις αυτοφυείς ελιές ήταν υψηλότερες έως και διπλάσιες από εκείνες στις καλλιεργούμενες ελιές. Σημειώθηκαν δυο μέγιστα συλλήψεων το πρώτο στα μέσα Μαρτίου και το δεύτερο στα μέσα του Απριλίου. Προς το τέλος Απριλίου καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και τα μέσα Μαΐου. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι

συλλήψεις των αρσενικών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά στις αρχές Ιουνίου στις καλλιεργούμενες ελιές, με το μέγιστο να καταγράφετε στο τρίτο δεκαήμερο του μήνα. Η πορεία των συλλήψεων και στους δυο ελαιώνες ακολούθησε αυξητική, παραπλήσια, πορεία τον Ιούλιο και μέχρι το τέλος των παρατηρήσεων.



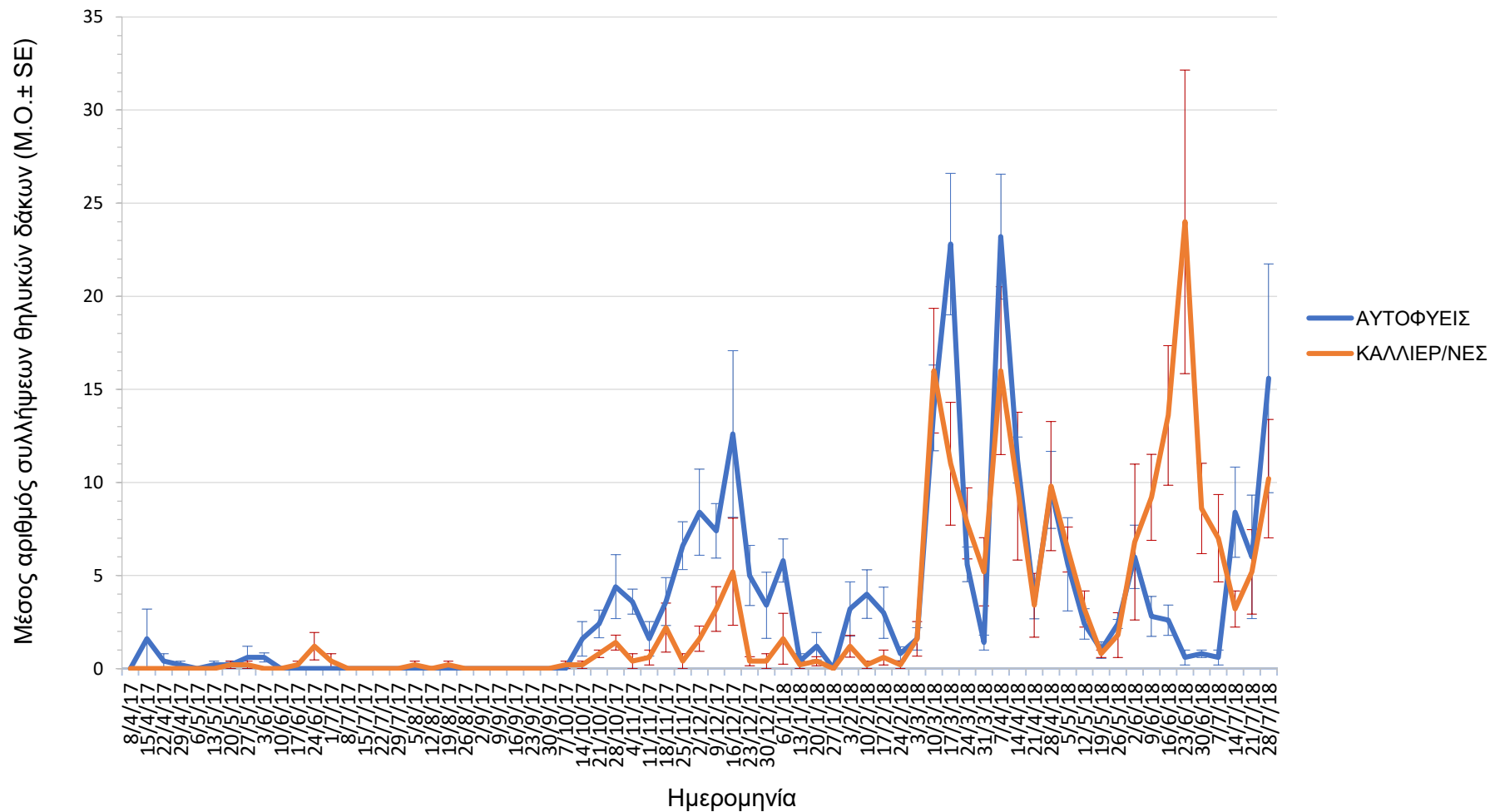
Διάγραμμα 3: Πορεία συλλήψεων αρσενικών του δάκου της ελιάς σε αυτοφυείς και καλλιεργούμενες ελιές (εμπορικός οπωρώνας) στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου τα έτη 2017 και 2018

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 4 οι συλλήψεις των αρσενικών του δάκου της ελιάς από τον Απρίλιο μέχρι και το Νοέμβριο του 2017 παρέμειναν σε πολύ χαμηλά επίπεδα τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και σημαντικά υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από το Φεβρουάριο καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες και στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές, ενώ στις αυτοφυείς οι συλλήψεις ήταν μεγαλύτερες από εκείνες στις καλλιεργούμενες. Τον Μάρτιο η αύξηση των συλλήψεων ήταν συνεχής, ενώ το μέγιστο παρατηρήθηκε τον ίδιο μήνα στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές. Τον Απρίλιο καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και το Μάιο. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι συλλήψεις των αρσενικών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά τον Ιούνιο στις καλλιεργούμενες ελιές. Τον Ιούλιο καταγράφηκε παρόμοιος αριθμός συλλήψεων αρσενικών του δάκου της ελιάς στις καλλιεργούμενες και αυτοφυείς ελιές.



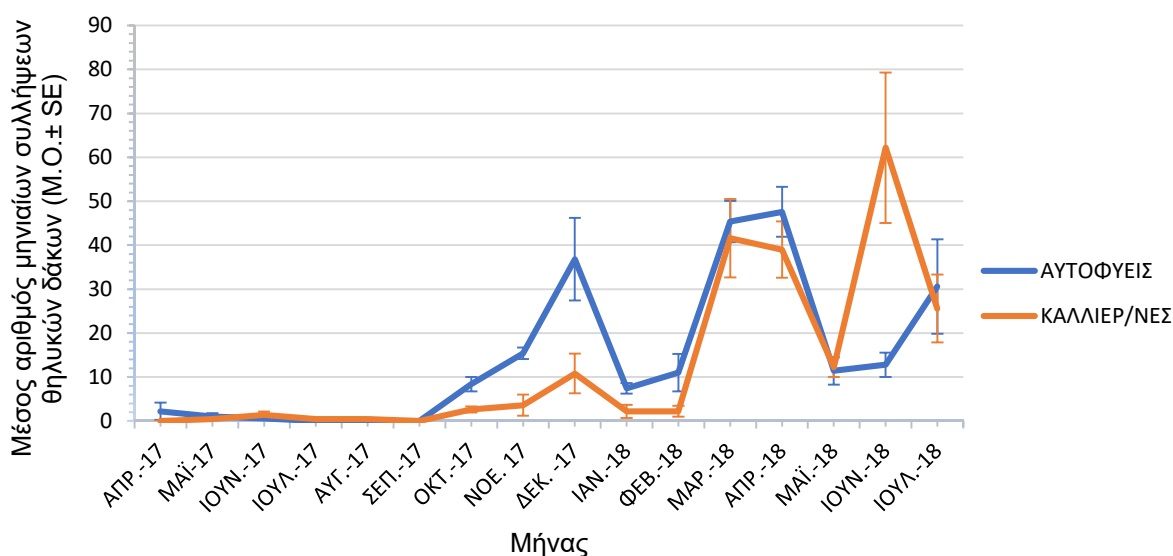
Διάγραμμα 4: Μέσος μηνιαίος αριθμός συλλήψεων αρσενικών του δάκου της ελιάς ανά μήνα και ανά τύπο ελαιώνα

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5, το πρώτο έτος των παρατηρήσεων από τον Απρίλιο έως τα μέσα Ιουνίου ο πληθυσμός των θηλυκών του δάκου της ελιάς ήταν ιδιαίτερα χαμηλός στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές. Στο ίδιο διάστημα οι συλλήψεις στις καλλιεργούμενες ελιές κινούνταν σε μηδενικά επίπεδα. Από τα μέσα Ιουνίου καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες ελιές και δραματική μείωση στις αυτοφυείς. Από τις αρχές Ιουλίου μέχρι και τις αρχές Οκτωβρίου οι συλλήψεις και στις δυο περιοχές ήταν ιδιαίτερα χαμηλές. Από τον Οκτώβριο έως το τέλος του έτους παρατηρήθηκε υψηλός αριθμός συλλήψεων στις εγκαταλελειμμένες - αυτοφυείς ελιές σε σχέση με τις καλλιεργούμενες στις οποίες οι συλλήψεις ήταν μηδενικές για το μεγαλύτερο διάστημα. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από τις αρχές Μαρτίου του 2018 παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση των συλλήψεων θηλυκών του δάκου της ελιάς και στους δυο ελαιώνες. Οι συλλήψεις στις αυτοφυείς ελιές ήταν υψηλότερες από εκείνες στις καλλιεργούμενες ελιές. Σημειώθηκαν δυο μέγιστα συλλήψεων το πρώτο στα μέσα Μαρτίου και το δεύτερο στις αρχές του Απριλίου. Προς το τέλος Απριλίου καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και τα μέσα Μαΐου. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι συλλήψεις των θηλυκών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά στις αρχές Ιουνίου στις καλλιεργούμενες ελιές, με το μέγιστο να καταγράφεται στο τρίτο δεκαήμερο του μήνα. Η πορεία των συλλήψεων και στους δυο ελαιώνες ακολούθησε αυξητική παραπλήσια πορεία τον Ιούλιο και μέχρι το τέλος των παρατηρήσεων.



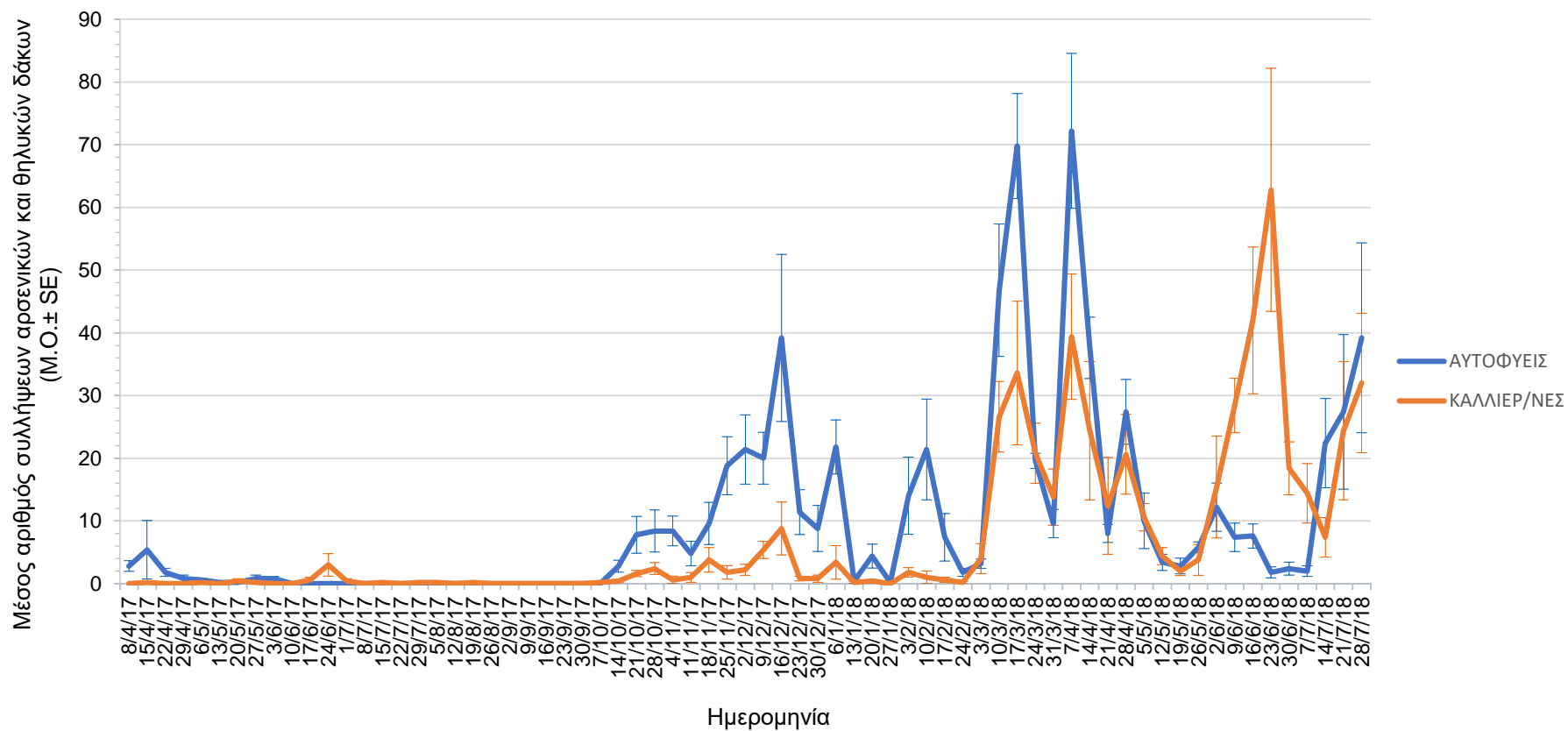
Διάγραμμα 5: Πορεία συλλήψεων θηλυκών του δάκου της ελιάς σε αυτοφυείς και καλλιεργούμενες ελιές (εμπορικός σπρωώνας) στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου τα έτη 2017 και 2018

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 6 οι συλλήψεις των θηλυκών του δάκου της ελιάς από τον Απρίλιο μέχρι και το Οκτώβριο του 2017 παρέμειναν σε πολύ χαμηλά επίπεδα τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και σημαντικά υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από το Φεβρουάριο καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες και στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές, ενώ στις αυτοφυείς οι συλλήψεις ήταν μεγαλύτερες από εκείνες στις καλλιεργούμενες. Τον Μάρτιο η αύξηση των συλλήψεων ήταν συνεχής, ενώ το μέγιστο παρατηρήθηκε τον ίδιο μήνα στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές. Τον Απρίλιο καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και το Μάιο. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι συλλήψεις των θηλυκών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά τον Ιούνιο στις καλλιεργούμενες ελιές. Τον Ιούλιο καταγράφηκε παρόμοιος αριθμός συλλήψεων θηλυκών του δάκου της ελιάς στις καλλιεργούμενες και αυτοφυείς ελιές.



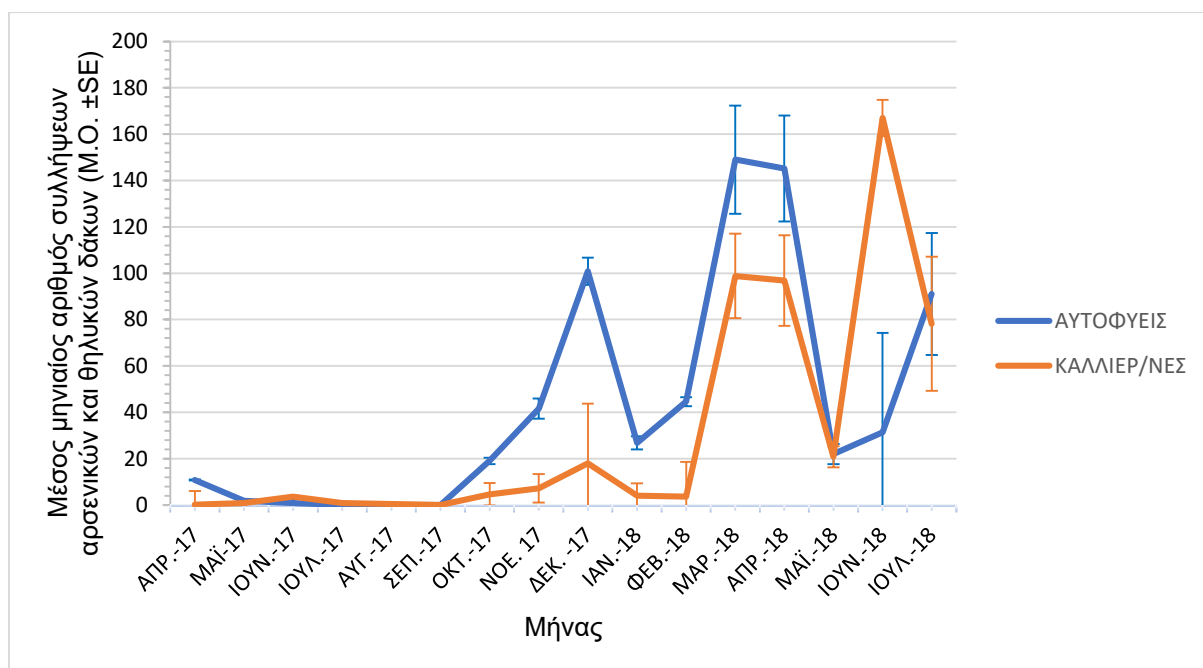
Διάγραμμα 6: Μέσος μηνιαίος αριθμός συλλήψεων θηλυκών του δάκου της ελιάς ανά μήνα και ανά τύπο ελαιώνα

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 7, το πρώτο έτος των παρατηρήσεων από τον Απρίλιο έως τα μέσα Ιουνίου ο πληθυσμός των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς ήταν ιδιαίτερα χαμηλός στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές. Στο ίδιο διάστημα οι συλλήψεις στις καλλιεργούμενες ελιές κινούνταν σε μηδενικά επίπεδα. Από τα μέσα Ιουνίου καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες ελιές και δραματική μείωση στις αυτοφυείς. Από τις αρχές Ιουλίου μέχρι και τις αρχές Οκτωβρίου οι συλλήψεις και στις δυο περιοχές ήταν ιδιαίτερα χαμηλές. Από τον Οκτώβριο έως το τέλος του έτους παρατηρήθηκε υψηλός αριθμός συλλήψεων στις εγκαταλελειμμένες - αυτοφυείς ελιές σε σχέση με τις καλλιεργούμενες στις οποίες οι συλλήψεις ήταν μηδενικές για το μεγαλύτερο διάστημα. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από τις αρχές Μαρτίου του 2018 παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση των συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς και στους δυο ελαιώνες. Οι συλλήψεις στις αυτοφυείς ελιές ήταν υψηλότερες έως και υπερδιπλάσιες από εκείνες στις καλλιεργούμενες ελιές. Σημειώθηκαν δυο μέγιστα συλλήψεων το πρώτο στα μέσα Μαρτίου και το δεύτερο στις αρχές του Απριλίου. Προς το τέλος Απριλίου καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και τα μέσα Μαΐου. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι συλλήψεις των αρσενικών και θηλυκών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά στις αρχές Ιουνίου στις καλλιεργούμενες ελιές, με το μέγιστο να καταγράφεται στο τρίτο δεκαήμερο του μήνα. Η πορεία των συλλήψεων και στους δυο ελαιώνες ακολούθησε αυξητική παραπλήσια πορεία τον Ιούλιο και μέχρι το τέλος των παρατηρήσεων.



Διάγραμμα 7: Πορεία συλλήψεων των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς σε αυτοφυείς και καλλιεργούμενες ελιές (εμπορικός οπωρώνας) στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου τα έτη 2017 και 2018

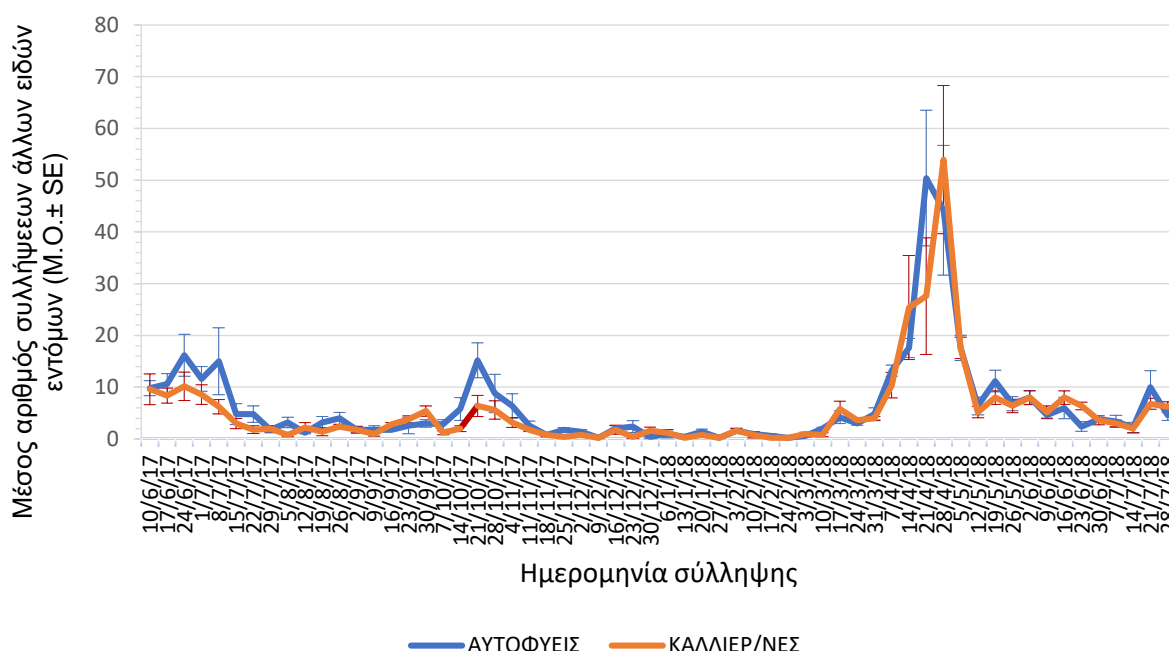
Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 8 οι συλλήψεις των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς από τον Απρίλιο μέχρι και το Σεπτέμβριο του 2017 παρέμειναν σε πολύ χαμηλά επίπεδα τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις αυτοφυείς ελιές. Οι συλλήψεις ήταν συνεχείς καθ' όλη την διάρκεια του χειμώνα και σημαντικά υψηλότερες στις αυτοφυείς ελιές. Από το Φεβρουάριο καταγράφηκε αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές, ενώ στις αυτοφυείς οι συλλήψεις ήταν μεγαλύτερες από εκείνες στις καλλιεργούμενες. Το Μάρτιο η αύξηση των συλλήψεων ήταν συνεχής, ενώ το μέγιστο παρατηρήθηκε τον ίδιο μήνα στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές. Τον Απρίλιο καταγράφηκε βαθμιαία μείωση και στους δυο ελαιώνες και πολύ μικρός αριθμός συλλήψεων έως και το Μάιο. Σε αντίθεση με τις αυτοφυείς, οι συλλήψεις των αρσενικών και θηλυκών του δάκου αυξήθηκαν σημαντικά τον Ιούνιο στις καλλιεργούμενες ελιές. Τον Ιούλιο καταγράφηκε παρόμοιος αριθμός συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς στις καλλιεργούμενες και αυτοφυείς ελιές.



Διάγραμμα 8: Μέσος μηνιαίος αριθμός συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς ανά μήνα και ανά τύπο ελαιώνα

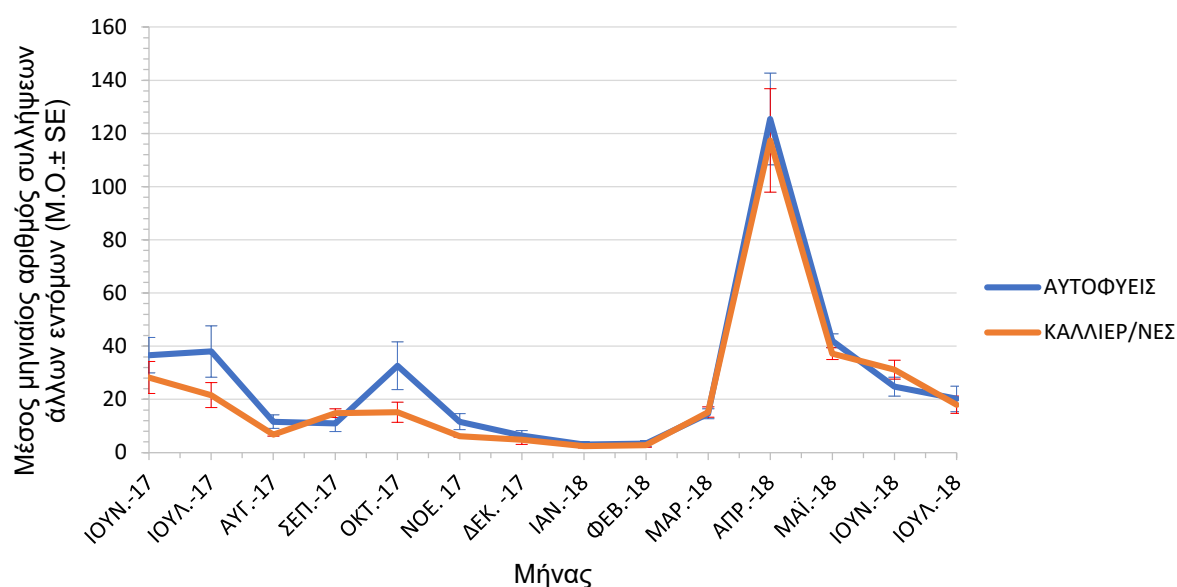
Στο Διάγραμμα 9 παρουσιάζονται οι εβδομαδιαίες συλλήψεις εντόμων των οικογενειών Chrysopidae, Muscidae, Vespidae, Tephritidae, Pyralidae, Tipulidae κ.α.. Από το τέλος του 1^{ου} δεκαήμερου του Ιουνίου του 2017 και μέχρι την τρίτη εβδομάδα

του Ιουλίου, παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις αυτοφυείς ελιές. Από τα τέλη Ιουλίου και μέχρι το τέλος του 1^{ου} δεκαπενθήμερου του Οκτωβρίου οι συλλήψεις άλλων εντόμων και στους δυο τύπους ελαιώνων παρέμειναν σε χαμηλά επίπεδα. Την τρίτη εβδομάδα του Οκτωβρίου καταγράφηκε σύντομη και μικρή αύξηση των συλλήψεων με μεγαλύτερη στις αυτοφυείς ελιές στο τέλος του δεύτερου δεκαήμερου του Οκτωβρίου. Στη συνέχεια και από την δεύτερη εβδομάδα του Νοεμβρίου του 2017 έως και το πρώτο δεκαήμερο του Μαρτίου του 2018 οι συλλήψεις και στους δυο τύπους ελαιώνων ήταν μειωμένες. Αύξηση των συλλήψεων σημειώθηκε από την δεύτερη εβδομάδα του Μαρτίου με τον ίδιο περίπου ρυθμό και στα ίδια επίπεδα, τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις αυτοφυείς ελιές και μέχρι το τέλος Απριλίου, με μέγιστο περίπου τα μέσα του ίδιου μήνα. Από την πρώτη εβδομάδα του Μαΐου και μέχρι το τέλος της δεύτερης εβδομάδας του ίδιου μήνα, καταγράφηκε ταυτόσημη μείωση και στις δυο μελετώμενες περιοχές. Στη συνέχεια και μέχρι το πέρας των μετρήσεων παρατηρήθηκαν σχετικά σταθερά επίπεδα μειωμένων συλλήψεων άλλων ειδών εντόμων τόσο στις καλλιεργούμενες όσο και στις εγκαταλελειμμένες – αυτοφυείς ελιές.



Διάγραμμα 9: Πορεία συλλήψεων άλλων εντόμων σε αυτοφυείς και καλλιεργούμενες ελιές (εμπορικός οπωρώνας) στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου τα έτη 2017 και 2018

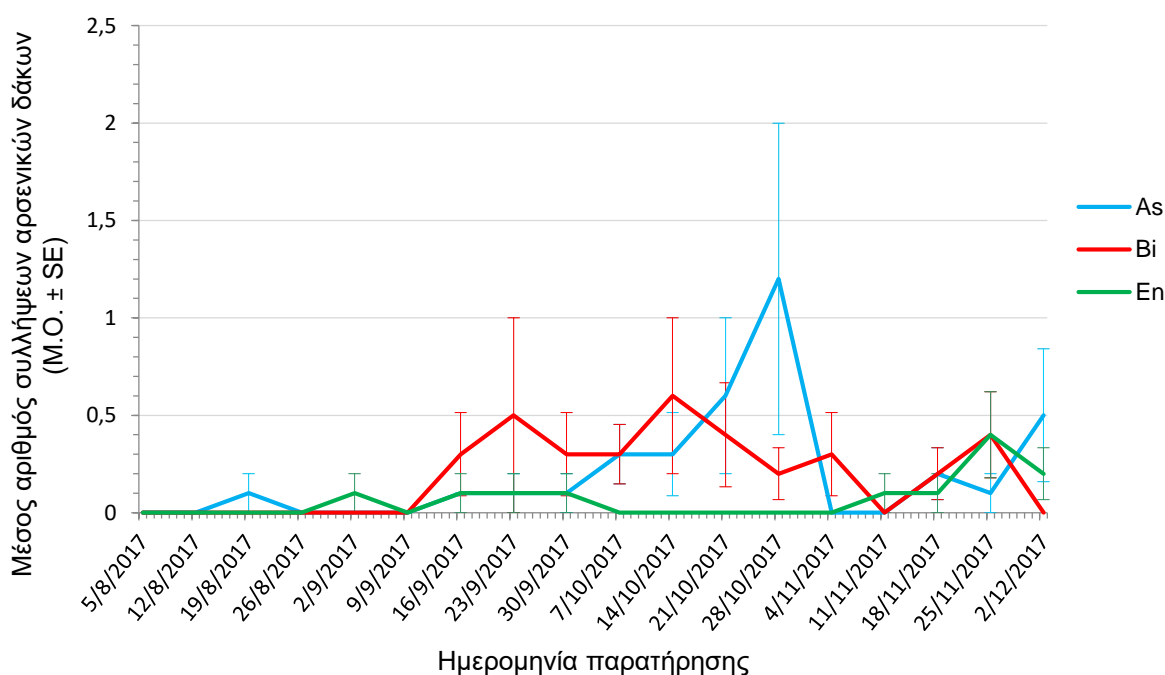
Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 10, οι μέσες μηνιαίες συλλήψεις άλλων εντόμων, από τον Ιούνιο του πρώτου έτους, μέχρι και τον Φεβρουάριο του επόμενου έτους ήταν σταδιακά μειούμενες στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές. Από το Μάρτιο του δεύτερου έτους παρατηρήθηκε παρόμοια αύξηση των συλλήψεων στις καλλιεργούμενες και στις αυτοφυείς ελιές. Το μέγιστο των συλλήψεων καταγράφηκε τον Απρίλιο. Από το Μάιο παρατηρήθηκε παραπλήσια μείωση των συλλήψεων και στους δυο ελαιώνες και μέχρι το τέλος των παρατηρήσεων.



Διάγραμμα 10: Μέσος μηνιαίος αριθμός άλλων εντόμων που συλλήφθηκαν ανά μήνα και ανά τύπο ελαιώνα

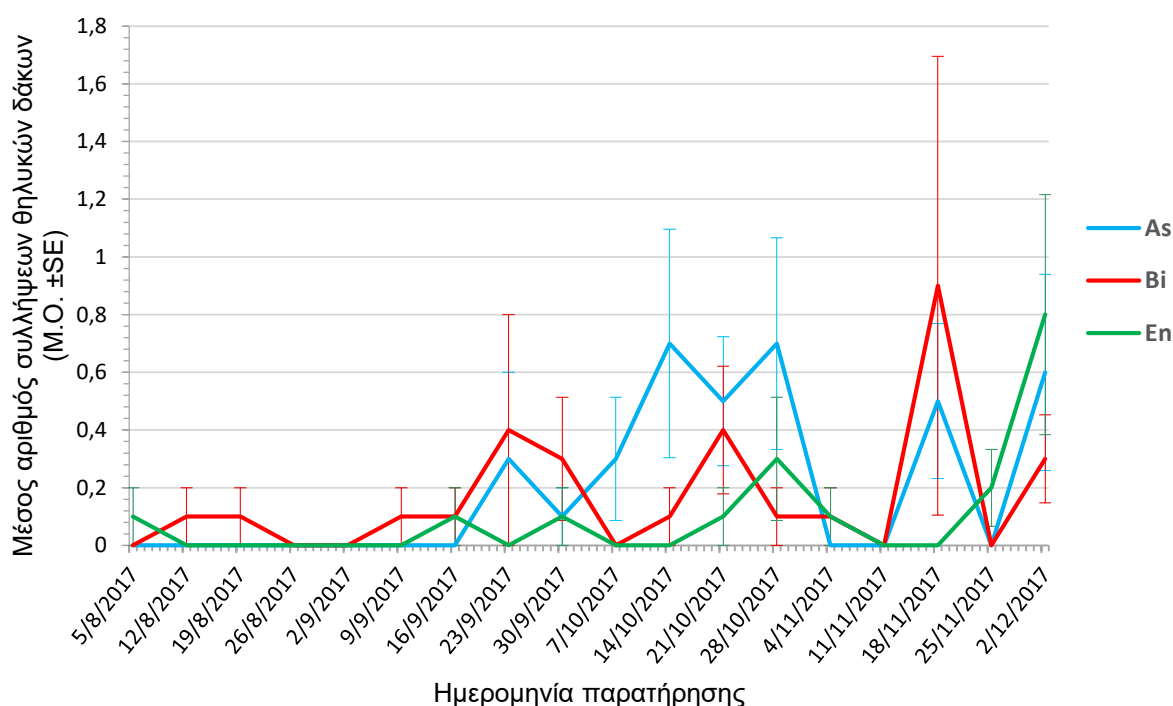
3.3 Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών

Ο μέσος όρος συλλήψεων των αρσενικών του δάκου της ελιάς στην περιοχή μελέτης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και από την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου έως την πρώτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, κυμάνθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Διάγραμμα 11). Κατά την διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος συλλήψεις κατέγραψαν οι παγίδες που περιείχαν θειικό αμμώνιο (As) και Entomela (En). Στη συνέχεια και κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και μέχρι την δεύτερη εβδομάδα του Νοεμβρίου τα ελκυστικά Biodelear (Bi) και As σημείωσαν τις περισσότερες συλλήψεις, με το As να καταγράφει την μέγιστη τιμή. Οι συλλήψεις αρσενικών του δάκου της ελιάς στο ελκυστικό En, το ίδιο χρονικό διάστημα κυμάνθηκαν σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Από τη δεύτερη έως την τρίτη εβδομάδα του Νοεμβρίου τα ελκυστικά Bi και En σημείωσαν τις περισσότερες συλλήψεις σε σχέση με το As, ακολουθώντας στη συνέχεια πτωτική πορεία, με το As να ανακάμπτει στο τέλος των παρατηρήσεων.



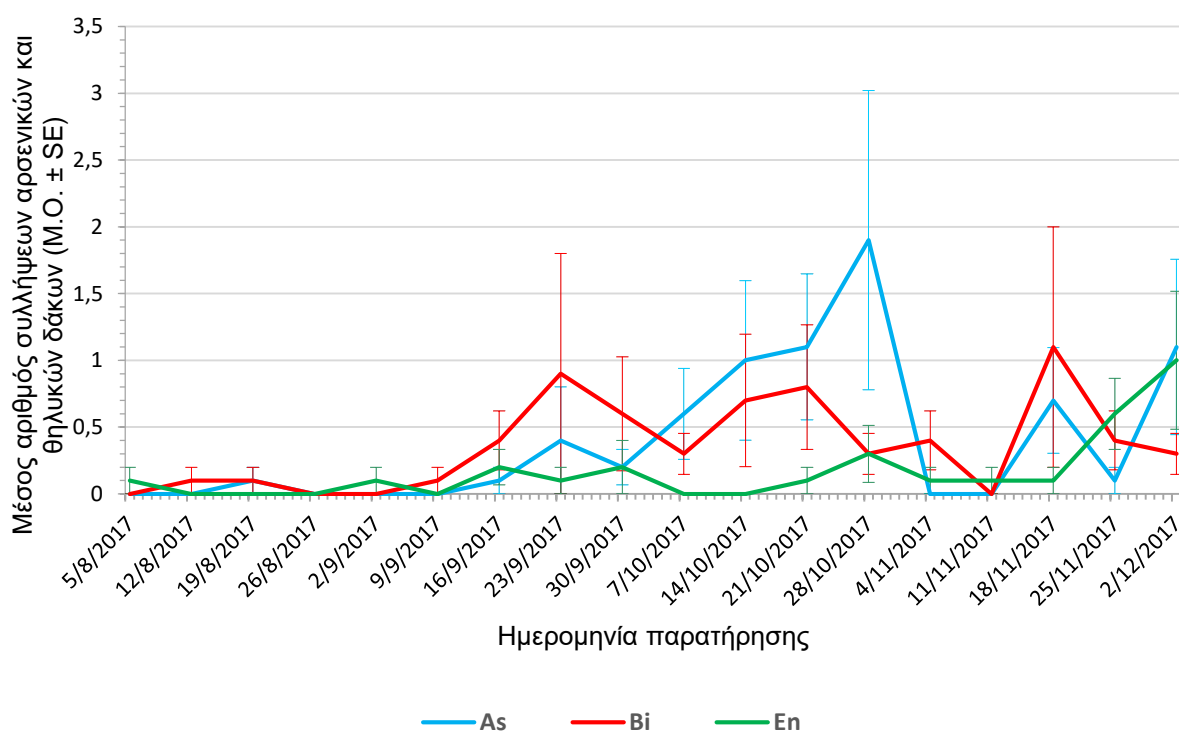
Διάγραμμα 11. Πορεία συλλήψεων αρσενικών του δάκου της ελιάς, το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, σε παγίδες τύπου McPhail που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Ο μέσος όρος συλλήψεων των θηλυκών του δάκου της ελιάς στην περιοχή μελέτης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και από την πρώτη εβδομάδα του Αυγούστου έως την δεύτερη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου, κυμάνθηκε σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Διάγραμμα 12). Κατά την διάρκεια αυτού του χρονικού διαστήματος συλλήψεις κατέγραψαν οι παγίδες που περιείχαν Biodelear (Bi) και Entomela (En). Στη συνέχεια και κατά την διάρκεια του φθινοπώρου και μέχρι την πρώτη εβδομάδα του Νοεμβρίου τα ελκυστικά As και Bi σημείωσαν τις περισσότερες συλλήψεις, ακολουθούμενα από το En, με το As να καταγράφει τις μέγιστες τιμές. Από τη δεύτερη έως την τρίτη εβδομάδα του Νοεμβρίου τα ελκυστικά Bi και As σημείωσαν τις περισσότερες συλλήψεις σε σχέση με το En, ακολουθώντας στη συνέχεια πτωτική πορεία, με το En να ανακάμπτει στο τέλος των παρατηρήσεων.



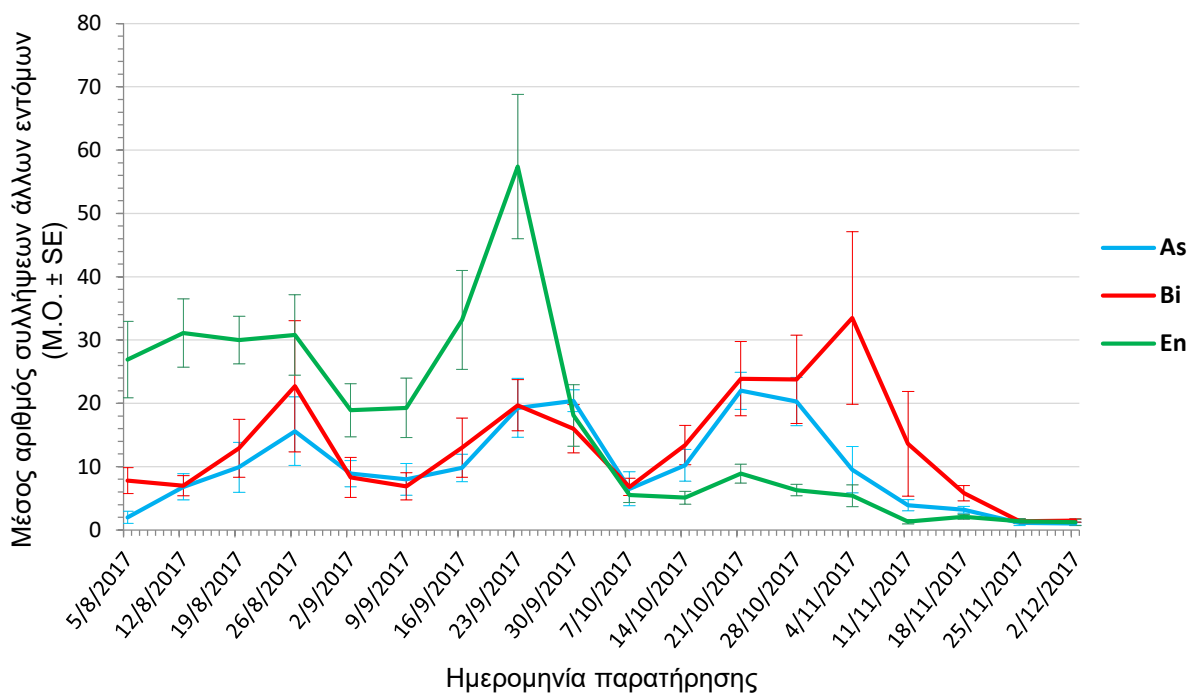
Διάγραμμα 12. Πορεία συλλήψεων θηλυκών του δάκου της ελιάς, το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, σε παγίδες τύπου McPhail που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Στο Διάγραμμα 13, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι συλλήψεων των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς, ανά εβδομάδα παρατήρησης. Όπως προκύπτει οι μέσες συλλήψεις για το χρονικό διάστημα από αρχές Αυγούστου έως αρχές Σεπτεμβρίου, κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα για να αυξηθούν αμέσως μετά και έως την τρίτη εβδομάδα του Σεπτεμβρίου όπου το Βι κατέγραψε τις περισσότερες συλλήψεις ακολουθούμενο από το Ας με τελευταίο το Εν. Από τα τέλη Σεπτεμβρίου οι συλλήψεις των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς ανέκαμψαν, σημειώνοντας αύξηση μέχρι τα τέλη Οκτωβρίου με τις παγίδες που περιείχαν Ας να καταγράφουν τις περισσότερες, με δεύτερο σε αριθμό συλλήψεων το Βι, ενώ το Εν διατήρησε χαμηλά επίπεδα συλλήψεων έως και τα μέσα Νοεμβρίου. Για το χρονικό διάστημα από το πρώτο δεκαήμερο του Νοεμβρίου έως τα τέλη του ίδιου μήνα το Βι κατέγραψε τις περισσότερες συλλήψεις, ακολουθούμενο από το Ας, ενώ το Εν αύξησε τις συλλήψεις της κατά την διάρκεια της τελευταίας εβδομάδας των παρατηρήσεων.



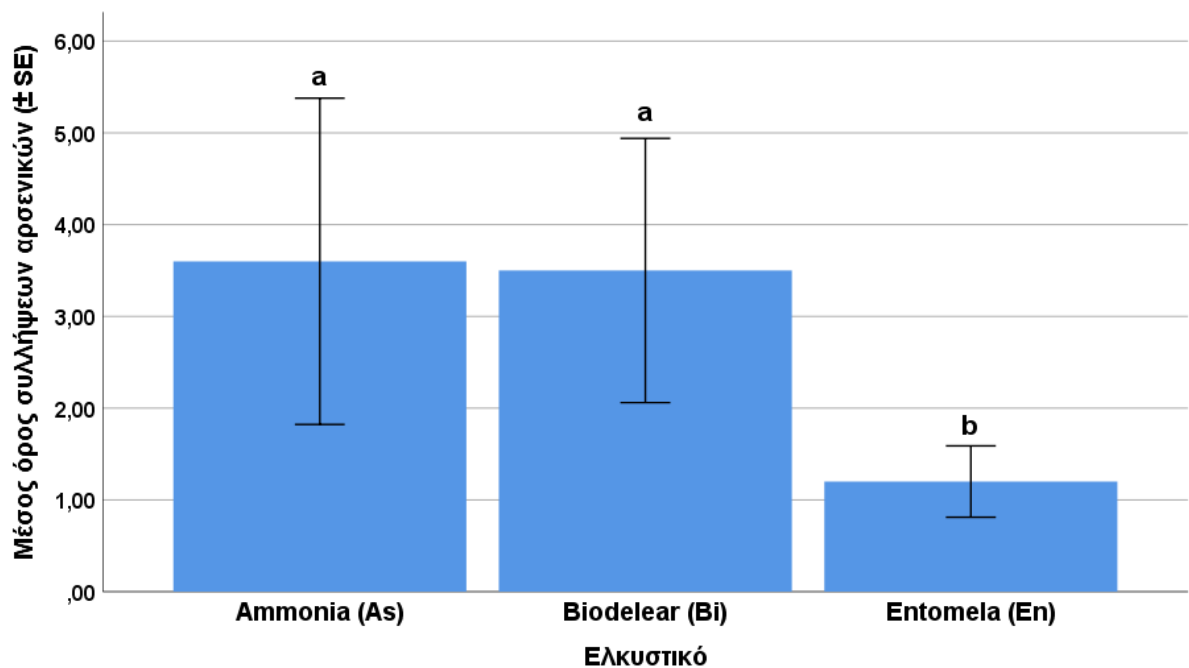
Διάγραμμα 13. Πορεία συλλήψεων αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς, το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, σε παγίδες τύπου McPhail που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 14, το ελκυστικό En, κατά τους μήνες Αύγουστο και Σεπτέμβριο, υπερείχε σημαντικά στις συλλήψεις άλλων εντόμων σε σχέση με τα αλλά δυο ελκυστικά Bi και As, στα οποία παρατηρήθηκαν παραπλήσιες συλλήψεις το παραπάνω χρονικό διάστημα. Τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο το Bi σημείωσε τις περισσότερες συλλήψεις έναντι των άλλων δυο ελκυστικών, ακολουθούμενο από το As και τελευταίο το En.



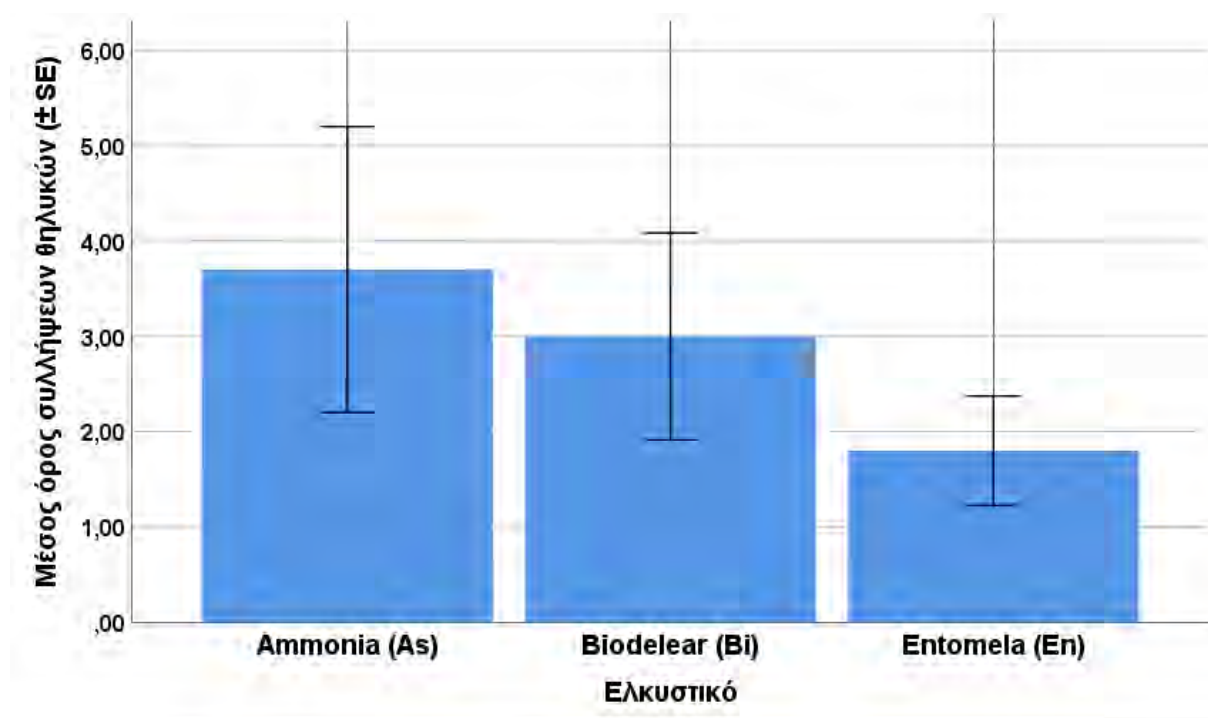
Διάγραμμα 14. Πορεία συλλήψεων άλλων εντόμων, το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, σε παγίδες τύπου McPhail που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το είδος του ελκυστικού είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των συλληφθέντων αρσενικών του δάκου της ελιάς (Wald test, $P < 0.05$: Διάγραμμα 15). Οι ανά δύο συγκρίσεις έδειξαν ότι μεταξύ των ελκυστικών As και Bi δεν υπήρξε σημαντική διαφορά. Σημαντικά υψηλότερες ήταν οι συλλήψεις στα ελκυστικά As και Bi σε σχέση με το En.



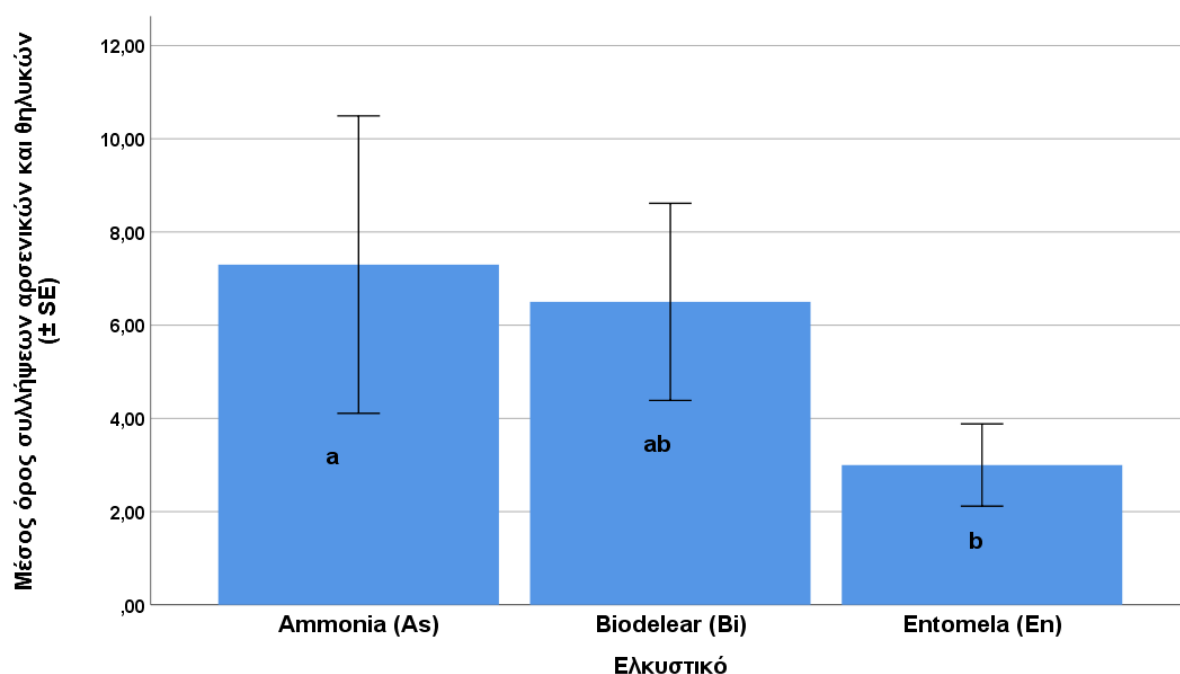
Διάγραμμα 15. Συνολικές συλλήψεις αρσενικών του δάκου της ελιάς σε παγίδες τύπου McPhail το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Στο Διάγραμμα 16, παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων συλλήψεων των θηλυκών ατόμων του δάκου της ελιάς, σε σχέση με το είδος ελκυστικού δηλαδή το As, το Bi και το En. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το είδος ελκυστικού δεν είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των συλληφθέντων θηλυκών του δάκου της ελιάς (Wald test, $P > 0.05$).



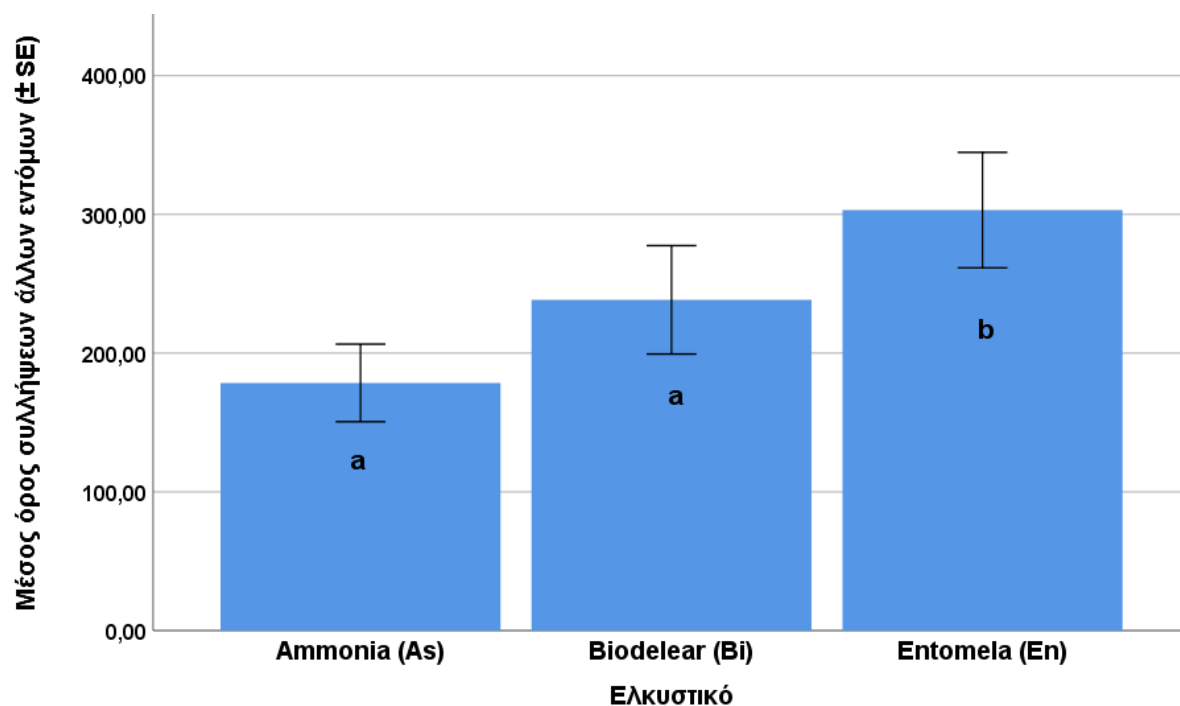
Διάγραμμα 16. Συνολικές συλλήψεις θηλυκών του δάκου της ελιάς σε παγίδες τύπου McPhail το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

Στο Διάγραμμα 17, παρουσιάζονται οι συγκρίσεις των μέσων συλλήψεων του συνόλου των ενηλίκων του δάκου της ελιάς (αρσενικά + θηλυκά), σε σχέση με το είδος ελκυστικού δηλαδή το As, το Bi και το En. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το είδος του ελκυστικού είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των συλληφθέντων ενηλίκων του δάκου της ελιάς (Wald test, $P < 0.05$). Οι ανά δυο συγκρίσεις έδειξαν ότι οι συλλήψεις του As αν και υπερέχαν δεν διέφεραν σημαντικά με το Bi αλλά διέφεραν με το En. Οι συλλήψεις στις παγίδες με το ελκυστικό Bi δεν διέφεραν σημαντικά από αυτές των άλλων δυο, ενώ εκείνες στις παγίδες με το ελκυστικό En ήταν σημαντικά λιγότερες από αυτές του As, αλλά δεν διέφεραν σημαντικά από αυτές του Bi.



Διάγραμμα 17. Συνολικές συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς σε παγίδες τύπου McPhail το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

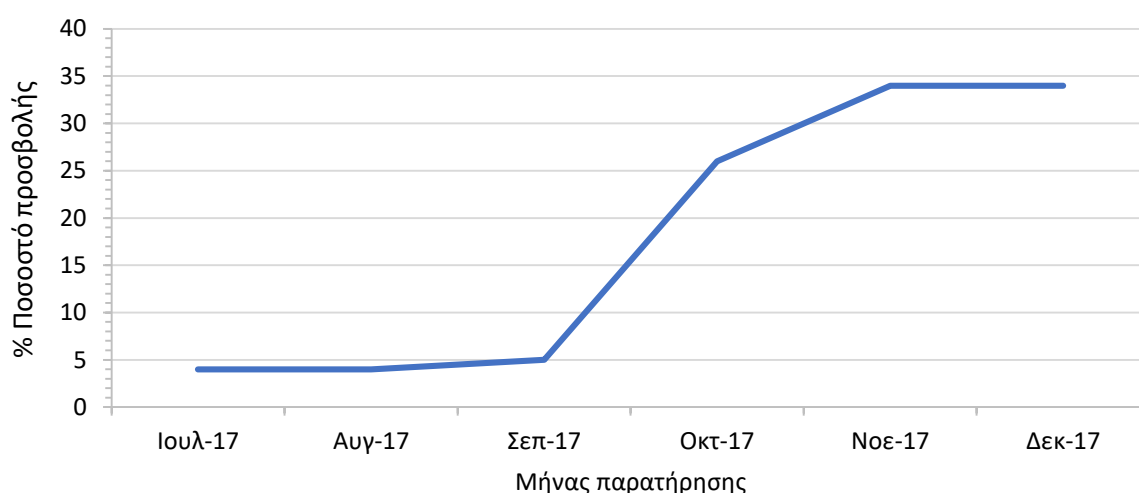
Η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι το είδος του ελκυστικού είχε σημαντική επίδραση στον αριθμό των άλλων εντόμων (Wald test, $P < 0.05$: Διάγραμμα 18). Οι ανά δυο συγκρίσεις έδειξαν ότι οι συλλήψεις στις παγίδες με ελκυστικό το En ήταν υψηλότερες σε σχέση με τα άλλα δυο ελκυστικά. Ο μικρότερος αριθμός εντόμων καταγράφηκε στις παγίδες με ελκυστικό το As, ενώ ενδιάμεσες ήταν οι συλλήψεις στις παγίδες με ελκυστικό το Bi.



Διάγραμμα 18. Συνολικές συλλήψεις άλλων εντόμων σε παγίδες τύπου McPhail το έτος 2017 στην περιοχή του Διμηνίου Βόλου, σε παγίδες τύπου McPhail που έφεραν τα ελκυστικά θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En)

3.3.1 Δειγματοληψία καρπών

Μια φορά το μήνα γινόταν τυχαία δειγματοληψία εκατό (100) καρπών προκειμένου να υπολογιστεί το ποσοστό προσβολής στον πειραματικό ελαιώνα που πραγματοποιήθηκε το πείραμα της σύγκρισης των τριών ελκυστικών. Στο Διάγραμμα 19, παρουσιάζονται τα ποσοστά προσβολής στις ελιές “ΠΗΛΙΟΥ”, ανά μήνα παρατήρησης. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η προσβολή ήταν σε χαμηλά επίπεδα. Το φθινόπωρο, από τα μέσα Σεπτεμβρίου έως το τέλος των παρατηρήσεων το Δεκέμβριο η προσβολή αυξήθηκε σημαντικά.



Διάγραμμα 19. Εποχική εξέλιξη της προσβολής ελαιοκάρπου ποικιλίας “Πηλίου” στην περιοχή Διμηνίου Βόλου το έτος 2017

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1. Παρακολούθηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής καταδεικνύουν ότι ο πληθυσμός του δάκου της ελιάς στις αρχές Απριλίου του 2017 ήταν αρκετά χαμηλός και ανιχνεύσιμος μόνο στις αυτοφυείς ελιές. Είχε ήδη προηγηθεί ένας σχετικά βαρύς χειμώνας με τη μέση θερμοκρασία ιδίως του Ιανουαρίου να κυμαίνεται κάτω των 5 °C εξαιτίας των χιονοπτώσεων και του ισχυρού παγετού που σημειώθηκαν κατά την διάρκεια του μήνα αυτού, που προφανώς μείωσε τον πληθυσμό του δάκου της ελιάς σε χαμηλά επίπεδα. Προσωπικές παρατηρήσεις έδειξαν ότι το χειμώνα και την άνοιξη του 2017 δεν υπήρχε ελαιοκάρπος στους καλλιεργούμενους οπωρώνες, όμως μικρός αριθμός υπερώριμων

ελιών καταγράφονταν στις αυτοφυείς ελιές και στα μη καλλιεργούμενα φυτά. Φαίνεται λοιπόν ότι αυτοφυείς – εγκαταλελειμμένες ελιές πρόσφεραν καρπούς για ωτοκία και διέθεταν καλύτερο μικροκλίμα λόγω της μορφολογίας τους (πλούσια κόμη) για την προστασία των ενήλικων του δάκου από τα καιρικά φαινόμενα με αποτέλεσμα οι ελάχιστες συλλήψεις να σημειώνονται σ' αυτές τις περιοχές. Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν με εκείνα προγενέστερων μελετών που αναφέρονται στη σημασία των ασυγκόμιστων ελαίων ή εγκαταλελειμμένων ελαιώνων (*O. europaea* var. *silvestris*) για την ανάπτυξη τουλάχιστον μιας πρώτης ανοιξιάτικης γενιάς, αρκετά πριν την δημιουργία νέας καρποφορίας επιδεκτικής σε προσβολή στα μέσα του καλοκαιριού (Economopoulos *et al.*, 1982, Koneos and Tzanakakis, 1990). Από τα μέσα Ιουνίου μέχρι και τις αρχές Ιουλίου παρατηρείται «μετατόπιση» των συλλήψεων από τις αυτοφυείς ελιές στον εμπορικό ελαιώνα, την ίδια ώρα που οι συλλήψεις στις αυτοφυείς μηδενίζονται χωρίς όμως να προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά (Παράρτημα - Πίνακας 1).

Κατά την διάρκεια του καλοκαιριού του πρώτου έτους των παρατηρήσεων και από τις αρχές Ιουλίου και μέχρι την πρώτη εβδομάδα του Οκτωβρίου, τόσο στις καλλιεργούμενες ελιές, όσο και στις αυτοφυείς, οι συλλήψεις ήταν ελάχιστες έως μηδενικές, φαινόμενο σύνηθες όπως προκύπτει και από άλλες πειραματικές εργασίες που έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς για το ίδιο χρονικό διάστημα, με την επικράτηση υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής σχετικής υγρασίας. Πράγματι για το προαναφερόμενο χρονικό διάστημα η επικρατούσα μέση θερμοκρασία του Ιουλίου, Αυγούστου και του Σεπτεμβρίου, ήταν 26,5 °C, 26,9°C και 23°C αντίστοιχα, ενώ έπεσαν συνολικά 90 χιλ. βροχής, στους τρεις μήνες. Οι υψηλές θερμοκρασίες και η χαμηλή υγρασία επηρεάζουν αρνητικά την επιβίωση και την αναπαραγωγική ικανότητα του δάκου της ελιάς (Fletcher and Karpatos, 1983, Broufas *et al.* 2009, Pappas *et al.* 2011). Με την επίδραση υψηλών θερμοκρασιών – χαμηλής σχετικής υγρασίας και παρά την ύπαρξη επιδεκτικών σε προσβολή καρπών, τα θηλυκά "είσέρχονται" σε αναπαραγωγική διάπαυση δηλαδή δεν συζευγνύονται, δεν ωριμάζουν τις ωοθήκες τους και δεν ωτοκοούν όσα είναι ήδη ώριμα (Fletcher *et al.*, 1978). Ακόμα και όταν συμβαίνουν στα μέσα του καλοκαιριού σποραδικές βροχοπτώσεις, η αναπαραγωγική ωριμότητα των θηλυκών δεν «επανέρχεται» αμέσως μετά από αυτές τις βροχές (Broufas *et al.* 2009).

Επίσης σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Κρήτη με παγίδες McPhail και ελκυστικό το θειικό αμμώνιο διαπιστώθηκε ότι κατά την διάρκεια του Ιουλίου - Αυγούστου οι παγίδες συλλάμβαναν μόνο το 0,5% του πληθυσμού του δάκου της ελιάς που ήταν παρόν σε μια ακτίνα 20m (εμπεριέχει περίπου 25 δένδρα), ή αλλιώς ότι οι παγίδες συλλάμβαναν 200 φορές λιγότερους δάκους από την υπάρχουσα πραγματική πυκνότητα του πληθυσμού στην κομοστέγη (Varikou *et al.*, 2013). Σε αντίστοιχη έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Κέρκυρα με παγίδες McPhail και ελκυστικό υδρολυμένη πρωτεΐνη μαζί με βόρακα προέκυψε, ότι υπάρχει εποχική παραλλακτικότητα στην αποτελεσματικότητα των παγίδων, η οποία πάνω από 85% οφείλεται στην επικρατούσα μέση θερμοκρασία της εποχής των συλλήψεων (Karatos and Fletcher, 1983). Αυτό υποδηλώνει ότι οι μηδενικές συλλήψεις του Ιουλίου – Αυγούστου μπορεί ως ένα βαθμό να είναι πλασματικές και να μην αντικατοπτρίζουν τις πραγματικές διακυμάνσεις της πυκνότητας του πληθυσμού.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι από τον Οκτώβριο του 2017 και μετά και καθ' όλη τη διάρκεια του φθινοπώρου, με την επικράτηση ευνοϊκότερων κλιματικών συνθηκών, την ύπαρξη δεκτικών καρπών για ωοτοκία και την πιθανή βελτίωση της αποτελεσματικότητας των παγίδων, οι συλλήψεις του δάκου της ελιάς αρχίζουν να αυξάνουν· τόσο στις αυτοφυείς όσο και στις καλλιεργούμενες ελιές με ελαφριά υπεροχή, στις αυτοφυείς ελιές. Το μέγιστο αυτής της αύξησης εντοπίζεται στα μέσα Δεκεμβρίου, περίοδο κατά την οποία είχε τελειώσει η συγκομιδή στον εμπορικό ελαιώνα, ενώ επικρατούσαν αρκετά ήπιες για την εποχή κλιματικές συνθήκες με την μέση θερμοκρασία να είναι 10 °C. Αυξομειώσεις των συλλήψεων παρατηρήθηκαν τον Ιανουάριο του 2018 αλλά και το Φεβρουάριο του ίδιου χρόνου στις αυτοφυείς ελιές· καθώς οι κλιματικές συνθήκες ήταν αρκετά ήπιες, συγκρινόμενες με την αντίστοιχη περίοδο του 2017. Επιπλέον, υπήρχε διαθεσιμότητα καρπών στις αυτοφυείς ελιές για πιθανή ωοτοκία των θηλυκών. Την ίδια περίοδο στον εμπορικό ελαιώνα καταγράφονταν μικρός αριθμός συλλήψεων, απουσία καρπών για ωοτοκία λόγω συγκομιδής, αλλά και δυσμενέστερου μικροκλίματος κατά την διάρκεια του χειμώνα λόγω της μειωμένης κόμης. Με την άνοδο της θερμοκρασίας τον Μάρτιο αλλά και τον Απρίλιο οι συλλήψεις αυξήθηκαν απότομα τόσο στις αυτοφυείς, όσο και στις καλλιεργούμενες ελιές, με σημαντική υπεροχή στις πρώτες. Αυτές οι παρατηρήσεις συμφωνούν με αυτές άλλων ερευνητών, βάσει των οποίων η δυναμική του πληθυσμού του δάκου της ελιάς παρουσιάζει συνήθως δυο κορυφώσεις κατά τη διάρκεια του

έτους· την άνοιξη, Μάρτιο, Απρίλιο ή Μάιο και το φθινόπωρο Σεπτέμβριο, Οκτώβριο ή Νοέμβριο (Burrack et al., 2011, Yokoyama, 2015, Hamdan, 2017). Οι ευνοϊκές καιρικές συνθήκες προάγουν την έξοδο των νεαρών ενήλικων από τις νύμφες που πιθανόν διαχειμάζουν. Οι διπλάσιες σχεδόν συλλήψεις στις αυτοφυείς υποδηλώνουν ότι οι ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες του χειμώνα και μετέπειτα της άνοιξης, παρουσία καρποφορίας σε αυτές, επέτρεψαν στον δάκο της ελιάς τη συνέχιση της αναπαραγωγής και ανάπτυξης εαρινής γενεάς υψηλής πυκνότητας· πριν την έλευση της νέας καρποφορίας στον εμπορικό και αυτοφυή ελαιώνα. Οι διαπιστώσεις αυτές συμφωνούν με αυτές άλλων ερευνητών, σύμφωνα με τις οποίες, όταν οι κλιματικές συνθήκες είναι ευνοϊκές και υπάρχει διαθεσιμότητα θέσεων ωοτοκίας, από το τέλος του χειμώνα μέχρι τις αρχές της άνοιξης ο δάκος της ελιάς ολοκληρώνει τουλάχιστον μια γενεά (Koneos and Tzanakakis, 1990, Marchini et al., 2017).

Με το τέλος της άνοιξης του 2018 και την αρχή του καλοκαιριού, παρατηρήθηκε μετατόπιση των συλλήψεων από τις αυτοφυείς, στις καλλιεργούμενες ελιές. Ο δάκος της ελιάς ως στενοφάγο είδος, έχει συγχρονίσει την βιολογία του με τα φαινολογικά στάδια ανάπτυξης του καρπού της ελιάς (προσβάλει αποκλειστικά είδη του γένους *Olea*) και την διαθεσιμότητά του (Gutierrez et al., 2009) και συνεπώς η «μετακίνηση» του πληθυσμού του στον εμπορικό ελαιώνα, δικαιολογείται απόλυτα από την παραπάνω επισήμανση, όπως επίσης και από την ιδιαίτερη προτίμηση του στις μεγαλόκαρπες ποικιλίες. Η συγκεκριμένη χρονική περίοδος, συμπίπτει με το στάδιο σκλήρυνσης του πυρήνα που καθιστά τον καρπό, δεκτικό προσβολής. Στις ίδιες διαπιστώσεις κατέληξαν παρόμοιες πειραματικές έρευνες, που διεξήχθησαν στην Κρήτη σύμφωνα με τις οποίες, παρατηρήθηκαν κοντινές «μετακινήσεις» των ενήλικων του δάκου από αυτοφυείς ελιές και οπωροφόρα δένδρα που φύονταν κοντά σε ελαιώνες, προς εμπορικούς οπωρώνες όταν ο ελαιόκαρπος γινόταν δεκτικός προσβολής· σταδιακά οι συλλήψεις των ενήλικων ατόμων του δάκου της ελιάς στις παρακείμενες αυτοφυείς ελιές ή οπωρώνες που μέχρι πρότινος συλλαμβάνονταν, μηδενίζονταν (Economopoulos et al., 1982). Παρόμοιες μετακινήσεις ενηλίκων ατόμων του δάκου της ελιάς οι οποίες μπορεί να ξεπεράσουν και τα 400m μέσα σε μια εβδομάδα αναφέρονται και από άλλους ερευνητές. Σε πειράματα που έγιναν στην Κέρκυρα το διάστημα Ιουνίου - Ιουλίου, διαπιστώθηκε μετακίνηση ενηλίκων ατόμων του δάκου της ελιάς στις προαναφερόμενες αποστάσεις, από περιοχή που δεν είχε παραγωγή, προς την περιοχή που είχε καρποφορία (Fletcher and Karatos, 1981).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο εμπορικός ελαιώνας και η περιοχή με τις αυτοφυείς – εγκαταλελειμμένες ελιές της παρούσας μελέτης απέχουν μόνο περίπου 135m. Τόσο το μέγεθος όπως και η ταχύτητα της μετατόπισης των συλλήψεων στο ξεκίνημα της δεκτικότητας σε προσβολή καρποφορίας του εμπορικού ελαιώνα είναι αξιοσημείωτα, παρ' ότι η καρποφορία στις αυτοφυείς ελιές είναι μεγαλύτερη και πρωιμότερη. Συγκρίνοντας τα διαγράμματα συλλήψεων των ενήλικων του δάκου της ελιάς και των άλλων ειδών εντόμων, προκύπτει η σημαντική σχέση του δάκου της ελιάς με τον ξενιστή του και ιδιαίτερα με συγκεκριμένα φαινολογικά στάδια του καρπού. Οι διακυμάνσεις των πληθυσμών των άλλων εντόμων μάλλον επηρεάζονται από κλιματικές συνθήκες και παράγοντες που δε σχετίζονται με τη φαινολογία της ελιάς καθώς οι πληθυσμιακές τάσεις ήταν παραπλήσιες στις αυτοφυείς και καλλιεργούμενες ελιές.

Παρατηρώντας τα δεδομένα των συλλήψεων ανά παγίδα και ανά κατηγορία εντόμων (Παράρτημα - Πίνακας 2), παρατηρούμε ότι η παγίδα #4 που ήταν τοποθετημένη στον αυτοφυή ελαιώνα καθώς και η παγίδα #8 που ήταν τοποθετημένη στον εμπορικό ελαιώνα κατέγραψαν τις περισσότερες συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς. Η παγίδα #4 ήταν τοποθετημένη στο κέντρο των ελαιώνα, ενώ η #8 συνόρευε με καλλιέργεια αμπελιού. Οι παγίδες με τις λιγότερες συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς, #1 στις αυτοφυείς και #10 στις καλλιεργούμενες ελιές αντίστοιχα, ήταν τοποθετημένες στην περιφέρεια των χωραφιών. Από την σύγκριση των μέσων όρων των συλλήψεων καθ' όλη την διάρκεια των παρατηρήσεων και για όλες τις επιμέρους κατηγορίες, στις αυτοφυείς και στις καλλιεργούμενες ελιές, δεν προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Παράρτημα - Πίνακας 2), γεγονός που υποδηλώνει ότι η αποτελεσματικότητα των παγίδων ήταν η ίδια και στις δυο περιοχές. Επίσης η παγίδα #4 είχε συνολικά τις περισσότερες συλλήψεις εντόμων και στο σύνολο των ατόμων του δάκου της ελιάς, από όλες τις παγίδες στις δυο μεταχειρίσεις, με την επισήμανση ότι τη δεύτερη χρονιά η αυτοφυής ελιά στην οποία ήταν αναρτημένη δεν είχε καθόλου καρποφορία. Αυτό το γεγονός είναι μια ένδειξη ότι το μικροκλίμα μπορεί να παίζει καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα μιας παγίδας.

4.2. Συγκριτική αξιολόγηση ελκυστικών

Αποκωδικοποιώντας τα γραφήματα που αφορούν την εποχική ελκυστικότητα των τριών ουσιών θειικό αμμώνιο (As), Biodelear (Bi) και Entomela (En) παρατηρούμε ότι μέχρι και το πρώτο δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου του 2017, οι συλλήψεις ενήλικων του δάκου της ελιάς και στα τρία ελκυστικά κυμαίνονταν σε πολύ χαμηλά επίπεδα, για τους ίδιους λόγους που έχουν προαναφερθεί για το ίδιο χρονικό διάστημα και στην προηγούμενη πειραματική διαδικασία· δηλαδή μειωμένος γενικά πληθυσμός του εντόμου εξαιτίας ιδιαίτερα δυσμενών κλιματικών συνθήκων του Ιανουαρίου – Φεβρουαρίου του 2017, μειωμένη δραστηριότητα λόγω υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής σχετικής υγρασίας του καλοκαιριού. Στη συνέχεια και μέχρι το τέλος του Σεπτεμβρίου το Bi καταγράφει περισσότερες συλλήψεις σε σχέση με τα άλλα δυο ελκυστικά, ενώ το En τις λιγότερες. Από τις αρχές Οκτωβρίου μέχρι και τα τέλη του ίδιου μήνα, το As υπερέχει στις συλλήψεις, ακολουθούμενο από το Bi, με τις λιγότερες να καταγράφει η En. Τα ευρήματα της διατριβής για την περίοδο Σεπτεμβρίου - Οκτωβρίου συμφωνούν με τις διαπιστώσεις άλλων ερευνητών, που κάνουν λόγω αφενός για βελτίωση της αποτελεσματικότητας των παγίδων με την πτώση της θερμοκρασίας, αφετέρου για την εποχική αύξηση του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, άνοιξη και φθινόπωρο (Kapatos and Fletcher, 1983, Burrack et al., 2011, Yokoyama, 2015, Hamdan, 2017). Όμως τα ευρήματα αυτά, δεν συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών (Varikou et al., 2014), σύμφωνα με τα οποία κατά την συγκριτική αξιολόγηση στη Κρήτη του As και του En με παγίδες McPhail δυο έτη (16/8 – 16/10/2012) και (18/6 – 24/9/2013) αντίστοιχα, το En υπερείχε και διέφερε σημαντικά στις μέσες συλλήψεις ενήλικων αρσενικών και θηλυκών ατόμων του δάκου της ελιάς από το As.

Το Νοέμβριο οι συλλήψεις του Bi και του As αυξομειώνονται, με το Bi να υπερέχει ελαφρώς του As. Τα αυξημένα επίπεδα συλλήψεων του As και του Bi από τα μέσα του Σεπτεμβρίου έως τα τέλη Νοεμβρίου επιβεβαιώνονται και από το επίπεδο προσβολής, το οποίο από το 5% στα μέσα Σεπτεμβρίου, ανήλθε στο 34% έως τα τέλη Νοεμβρίου.

Παρατηρώντας τις μηνιαίες συλλήψεις των άλλων ειδών εντόμων, βλέπουμε ότι το En υπερέχει στις συλλήψεις εντόμων μη στόχων κατά τους μήνες που επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες, δηλαδή τον Αύγουστο και Σεπτέμβριο σε σχέση με τα Bi και As. Συνεπώς φαίνεται ότι το En δεν έχει μειωμένη ελκυστικότητα αυτήν την περίοδο στα ενήλικα άτομα του δάκου της ελιάς· λόγω πτώσης του PH, αποδόμησης των

πρωτεϊνών και άρα μειωμένης έκλυσης αμμωνίας εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών στον ελαιώνα, αλλά ίσως λόγω των ιδιαίτερων προτιμήσεων του δάκου της ελιάς. Με τη πτώση της θερμοκρασίας τον Οκτώβριο και το Νοέμβριο τα τρία ελκυστικά έχουν σχεδόν παρόμοιους ρυθμούς συλλήψεων με το Βι να υπερέχει έναντι των Ας και Εν.

Αναφορικά με την συγκριτική αξιολόγηση των τριών ελκυστικών καθ' όλη την διάρκεια των παρατηρήσεων το Ας εμφανίζει σχετικά σταθερή απόδοση στην ελκυστικότητα, σε ότι αφορά τόσο τα αρσενικά, όσο και τα θηλυκά του δάκου της ελιάς. Το Βι καταγράφει σχεδόν παρόμοιες επιδόσεις με το Ας στις προαναφερόμενες κατηγορίες και υπερέχει από το Εν μόνο στην αποτελεσματικότητα σύλληψης των αρσενικών ατόμων του δάκου της ελιάς. Σε ότι αφορά την ελκυστικότητα εντόμων μη στόχων τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το Ας και το Βι είναι πιο φιλικά, συλλαμβάνοντας λιγότερα άλλα είδη εντόμων πολλά εκ των οποίων είναι παρασιτοειδή και αρπακτικά όπως το *Chrysoperla carnea* (Stephens) κ.α.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής προκύπτει ότι οι αυτοφυείς – εγκαταλελειμμένοι ελαιώνες κατά πάσα πιθανότητα λειτουργούν ως “καταφύγιο” για το δάκο της ελιάς, που “αδειάζει” την περίοδο που οι εμπορικοί ελαιώνες είναι δεκτικοί προσβολής και αντίθετα “γεμίζει” την περίοδο του έτους κατά την οποία, δεν υπάρχει διαθέσιμη καρποφορία για προσβολή λόγω συγκομιδής στους εμπορικούς ελαιώνες, ενώ αυτοί διατηρούν ακόμα ηρτημένη καρποφορία για την ανάπτυξη του πληθυσμού του, καθώς και καλύτερο μικροκλίμα.

Απαιτούνται παρόμοιου τύπου και ίσως μεγαλύτερης διάρκειας πειραματικές εργασίες για να αποκωδικοποιηθεί η δυναμική του πληθυσμού του δάκου της ελιάς, κατά την διάρκεια του έτους σε σημαντικές ελαιοπαραγωγικές περιοχές. Το βέβαιο είναι πως η μεταχείριση των αυτοφυών – εγκαταλελειμμένων ελαιώνων δεν θα πρέπει να απουσιάζει από τις στρατηγικές αντιμετώπισης του, γεγονός που δεν περνά απαρατήρητο σε άλλες περιοχές του εξωτερικού με μικρότερη ελαιοκομική παράδοση όπως η Καλιφόρνια (Rice, 2001).

Αναφορικά με την συγκριτική αξιολόγηση των τριών ελκυστικών, του θειικού αμμωνίου (As), του Biodelear (Bi) και του Entomela (En), φαίνεται ότι το θειικό αμμώνιο

(As) κατέγραψε τις καλύτερες επιδόσεις στο σύνολο της περιόδου των παρατηρήσεων· αν και “αναχρονιστικό” ως ελκυστικό παραμένει σημείο αναφοράς, δικαιολογώντας την ηλικία και την ευρύτητα χρήσης του. Από την άλλη, οι επιδόσεις του Biodelear (Bi) δεν διέφεραν σημαντικά από αυτές του θειικού αμμωνίου (As), αλλά ούτε και από εκείνες του Entomela (En) σε ότι αφορά την προσέλκυση του δάκου της ελιάς, παρά μόνο στην προσέλκυση περισσότερων αρσενικών ατόμων αυτού. Τέλος το Entomela (En), παρουσίασε τις χαμηλότερες συλλήψεις στο δάκο της ελιάς διαφέροντας σημαντικά από το θειικό αμμώνιο (As), όχι όμως και από το Biodelear (Bi) και τις υψηλότερες στα άλλα είδη εντόμων, διαφέροντας σημαντικά από το Biodelear (Bi) και το θειικό αμμώνιο (As) και συνεπώς το μεγαλύτερο οικολογικό αποτύπωμα στα έντομα μη στόχους.

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abd-Rabou, S. (2011). *Coccophagus scutellaris* (Hymenoptera: Aphelinidae): A Highly Effective Biological Control Agent of Soft Scale Insects (Hemiptera: Coccidae) in Egypt. *Psyche: A Journal of Entomology* 2011, 1–6.
- Al-Zaghal, K. and Mustafa, T. (1987). Studies on the pupation of the olive fruit. *Journal of Applied Entomology* 103, 452–456.
- Al-Ameiri, N.S., Karajeh, M.R. and Qaraleh, S.Y. (2015). Molds Associated with Olive Fruits Infested with Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*) and their Effects on Oil Quality. *Jordan Journal of Biological Sciences* 8(3), 217–220.
- Al-Ruqaie, I., Al-Khalifah, N.S. and Shanavaskhan, A.E. (2016). Morphological cladistic analysis of eight popular Olive (*Olea europaea* L.) cultivars grown in Saudi Arabia using Numerical Taxonomic System for personal computer to detect phyletic relationship and their proximate fruit composition. *Saudi Journal of Biological Sciences* 23(1), 115–121.
- Albertini, A., Marchi, S., Ratti, C., Burgio, G., Petacchi, R., Magagnoli, S. (2018). *Bactrocera oleae* pupae predation by *Ocyrops olens* detected by molecular gut content analysis. *International Organization for Biological Control (IOBC)* 63(2), 227–239.
- Alfonso, D.I., Vacas, S. and Primo, J. (2014). Role of α -Copaene in the Susceptibility of Olive Fruits to *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62(49), 11976–11979.
- Alexandrakis, V., Varikou, K., Kalaitzaki, A. and Lykouressis, D. (2007). Effect of several insecticides for control of *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) to arthropods fauna of olive grove. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 133.
- Anagnou, M.V., Kontodimas, D.C., Adamopoulos, A.D., Tsimboukis, N.D. and Voulgaropoulou, A. (2005). Effects of two fungal based biopesticides on *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 28(9), 49–51.
- Angiolillo, A., Mencuccini, M. and Baldoni, L. (1999). Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 98(3–4), 411–421.

- Ant, T., Koukidou, M., Rempoulakis, P., Gong, H.-F., Economopoulos, A., Vontas, J., Alphey L. (2012). Control of the olive fruit fly using genetics-enhanced sterile insect technique. *BMC Biology* 10(1), 1-8
- Apostolaki, A., Livadaras, I., Saridaki, A., Chrysargyris, A., Savakis, C., Bourtzis, K. (2011). Transinfection of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* with Wolbachia: towards a symbiont-based population control strategy'. *Journal of Applied Entomology* 135(7), 546–553.
- Argov, Y. and Rössler, Y. (1993). Biological control of the mediterranean black scale, *Saissetia oleae* (Hom.: Coccidae) in Israel. *Entomophaga* 38(1), 89–100.
- Argyriou, L. C. and DeBach, P. (1968). The establishment of *Metaphycus helvolus* (Compere) [Hym. Encyrtidae] on *Saissetia oleae* (Bern.) [Hom. Coccidae] in olive groves in Greece. *Entomophaga* 13(3), 223–228.
- Asch V. B., Pereira-Castro, I., Rei F., Da Costa T.D. L. (2012). Mitochondrial haplotypes reveal olive fly (*Bactrocera oleae*) population substructure in the Mediterranean. *Genetica* 140(4–6), 181–187.
- Asch V. B., Pereira-Castro I., Rei T.F., Da Costa T.D.L. (2015). Marked Genetic Differentiation between Western Iberian and Italic Populations of the Olive Fly: Southern France as an Intermediate Area. *Public Library of Science* 10(5), 1-18.
- Augustinos A. A., Mamuris Z., Stratikopoulos E.E., D'Amelio S., Zacharopoulou A. Mathiopoulos K.D. (2005). Microsatellite Analysis of Olive Fly Populations in the Mediterranean Indicates a Westward Expansion of the Species. *Genetica* 125(2–3), 231–241.
- Baratella V., Pucci C., Paparatti B., Speranza S. (2017). Response of *Bactrocera oleae* to different photoperiods and temperatures using a novel method for continuous laboratory rearing. *Biological Control* 110, 79–88.
- Belaj, A., Diez M. C., Baldoni L., Porceddu A., Barranco D., Satovic Z. (2007). Genetic Diversity and Population Structure of Wild Olives from the North-western Mediterranean Assessed by SSR Markers. *Annals of Botany* 100(3), 449–458.
- Belcari, A., Sacchetti, P., Rosi, M.C. and Del Pianta, L. (2005). The use of copper products to control the olive fly (*Bactrocera oleae*) in central Italy. *Integrated Protection of Olive Crops. IOBC/wprs Bull.* 28(9), 45–48.

- Benelli, G. (2014). Aggressive Behavior and Territoriality in the Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae): Role of Residence and Time of Day. *Journal of Insect Behavior* 27(2), 145–161.
- Benelli G., Carpita A., Simoncini S., Raspi A., Canaleet A. (2014). For sex and more: attraction of the tephritid parasitoid *Psyttalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae) to male sex pheromone of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*. *Journal of Pest Science* 87(3), 449–457.
- Benelli, G. and Canale, A. (2016). Aggressive Behavior in Olive Fruit Fly Females: Oviposition Site Guarding against Parasitic Wasps. *Journal of Insect Behavior* 29(6), 680–688.
- Benuzzi, M., Albonetti, E., Fiorentini, F. and Ladurner, E. (2007). A *Beauveria bassiana*-based bioinsecticide for the microbial control of the olive fly (*Bactrocera oleae*). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 125-130.
- Besnard, G. and Bervillé, A. (2000). Multiple origins for Mediterranean olive (*Olea europaea* L. ssp. *europaea*) based upon mitochondrial DNA polymorphisms. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series III - Sciences de la Vie* 323(2), 173–181.
- Besnard, G., Khadari, B., Baradat, P., and Bervillé, A. (2002). *Olea europaea* (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *TAG Theoretical and Applied Genetics* 104(8), 1353–1361.
- Biche, M. and Sellami, M. (2011). Biology of *Parlatoria oleae* C (Homoptera, Diaspididae) in the area of Cap-Djenet (Algeria). *Agriculture and Biology Journal of North America* 2(1), 52–55.
- Bon, M.-C., Hoelmer A.K., Pickett H.C., Kirk A.A., He Y., Mahmood R., Daane M.K. (2016). Populations of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) and Its Parasitoids in Himalayan Asia. *Annals of the Entomological Society of America* 109(1), 81–91.
- Bracci, T., Busconi M., Fogher C., Sebastiani L. (2011). Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant Cell Reports* 30(4), 449–462.
- Breton, C., Terral J-F., Pinatel C., Médail F., Bonhomme F., Bervillé A. (2009). The origins of the domestication of the olive tree. *Comptes Rendus Biologies* 332(12), 1059–1064.

- Briales, M.J. and Campos, M. (1988). Analysis of the spatial distribution of the various stages of *Saissetia oleae* (Oliv.) on olive tree in Granada. *Journal of Applied Entomology* 105(1–5), 28–34.
- Broufas, G.D., Pappas, M.L. and Koveos, D.S. (2009). Effect of Relative Humidity on Longevity, Ovarian Maturation, and Egg Production in the Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *Annals of the Entomological Society of America* 102(1), 70–75.
- Broumas, T., Haniotakis G., Liaropoulos C., Tomazou T., Ragoussis N. (2002). The efficacy of an improved form of the mass-trapping method, for the control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Dipt., Tephritidae): pilot-scale feasibility studies. *Journal of Applied Entomology* 126(5), 217–223.
- Broumas, T. and Haniotakis, G.E. (1994). Comparative field studies of various traps and attractants of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73(2), 145–150.
- Bueno, A. and Jones O. (2002). Alternative methods for controlling the olive fly, *Bactrocera oleae*, involving semiochemicals. Use of pheromones and other semiochemicals in integrated production. *IOBC wprs Bulletin* 25(9), 147–155.
- Burrack, H. J., Bingham R., Price R., Connell J.H., Phil A. Phillips A.P., Wunderlich L., Vossen M. P., Neil V. O'Connell V. N., Ferguson L., Zalom F.G. (2011). Understanding the seasonal and reproductive biology of olive fruit fly is critical to its management. *California Agriculture* 65(1), 14–20.
- Burrack, H.J., Connell, J.H. and Zalom, F.G. (2008). Comparison of olive fruit fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) (Diptera: Tephritidae) captures in several commercial traps in California. *International Journal of Pest Management* 54(3), 227–234.
- Burrack, H.J. and Zalom, F.G. (2008a). Olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) ovipositional preference and larval performance in several commercially important olive varieties in California. *Journal of Economic Entomology* 101(3), 750–758.
- Byron, M.A., Gillett-kaufman, J.L. and Allan, S.A. (2018). 'Black Scale *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Insecta: Hemiptera: Coccoidea: Coccidae). *Department of Entomology and Nematology. UF/IFAS Extension* EENY620, 1–4.
- Caleca, V., Rizzo R., Battaglia I., Piccionello P. M. (2007). Tests on the effectiveness of mass trapping by Eco-trap (Vyoril) in the control of *Bactrocera oleae* (Gmelin)

- in organic farming. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 139-145.
- Caleca, V. and Rizzo, R. (2007). Effectiveness of clays and copper products in the control of *Bactrocera oleae* (Gmelin). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 111-117.
- Cañellas-Boltà, N., Riera-Mora, S., Orengo, H. A., Livarda, A., Knappett, C. (2018). Human management and landscape changes at Palaikastro (Eastern Crete) from the Late Neolithic to the Early Minoan period. *Quaternary Science Reviews* 183, 59–75.
- Carriero, F., Fontanazza G., Cellini, F., Giorioet, G. (2002). Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *TAG Theoretical and Applied Genetics* 104, 301–307.
- Cicatelli, A., Fortunatib, T., De Feis, I., and Castiglionea, S. (2013). Oil composition and genetic biodiversity of ancient and new olive (*Olea europea* L.) varieties and accessions of southern Italy. *Plant Science* 210, 82–92.
- Cobourn, K., Goodhue, R., Williams, J., and Zalom, F. (2008). Pests and Agricultural Commodity Losses: Evaluating Alternative Approaches to Damage Function Estimation. 2008 Annual Meeting, July 27-29, 2008, Orlando. *Agricultural and Applied Economics Association*, 1–38.
- Cobourn, M.K., Goodhue, E.R., and Williams, C.J. (2009). The Role of Harvest Timing in Pest Management: Grower Response to Infestation by the California Olive Fruit Fly. *Agricultural & Applied Economics Association* 2009 AAEA & ACCI Joint Annual Meeting, 1-33.
- Copeland, R.S. (2004). Insects associated with fruits of the Oleaceae (Asteridae, Lamiales) in Kenya, with special reference to the Tephritidae (Diptera). *Bishop Museum Bulletin in Entomology* 12, 135–164.
- Corrado, G., Alagna, F., Rocco, M., Renzone, G., Varricchio P., Coppola, V., Coppola, M., Garonna, A., Baldoni, L., Scaloni, A., Rao, R. (2012). Molecular interactions between the olive and the fruit fly *Bactrocera oleae*. *BMC Plant Biology* 12(1), 86.
- Daane, M.K., Rice, R.E., Zalom, G.F., Barnett, W.W. Jonson, W.M. (2004). Arthropod pests of olive. *University of California Agriculture and Natural Resources* 3353, 105-107.

- Daane, M.K., Johnson, W.M., Pickett, H.C., Sime, R.S., Wang, X-G., Nadel, H., Andrews, W.Jr., Hoelmer, A.K. (2011). Biological controls investigated to aid management of olive fruit fly in California. *California Agriculture* 65(1), 21–28.
- Daane, M.K., Wang, X-G., Nieto, J.N., Pickett, H.C., Hoelmer, A.K., Blanchet, A., Johnson, W.M. (2015). Classic biological control of olive fruit fly in California, USA: release and recovery of introduced parasitoids. *BioControl* 60(3), 317–330.
- Daane, K.M. and Johnson, M.W. (2010). Olive Fruit Fly: Managing an Ancient Pest in Modern Times. *Annual Review of Entomology. Annual Reviews* 55(1), 151–169.
- Delrio, G., Lentini, A., and Satta, A. (2005). Biological control of olive fruit fly through inoculative releases of *Opius concolor* Szépl. *Iobc-Wprs.Org.* 28(9), 53–58.
- De Meyer, M. and Ekesi, S. (2016). Exotic Invasive Fruit Flies (Diptera: Tephritidae): In and Out of Africa. In *Fruit Fly Research and Development in Africa - Towards a Sustainable Management Strategy to Improve Horticulture*. S. Ekesi, S. A. Mohamed & M. De Meyer. Cham: Springer International Publishing, pp. 127–150.
- De Meyer, M., White, I. M. and Goodger, K. F. M. (2013). Notes on the frugivorous fruit fly (Diptera: Tephritidae) fauna of western Africa, with description of a new *Dacus* species. *European Journal of Taxonomy* 50, 1-17.
- Dimou, I., Koutsikopoulos, C., Economopoulos, P.A., Lykakis, J. (2003). Depth of pupation of the wild olive fruit fly, *Bactrocera (Dacus) oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae), as affected by soil abiotic factors. *Journal of Applied Entomology* 127(1), 12–17.
- Dinis, A. M., Pereira A.J., Pimenta, C.M., Oliveira, J., Benhadi-Marin, J., Santoset P. A. S. (2016). Suppression of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae by soil arthropods in the olive grove. *Journal of Applied Entomology* 140(9), 677–687.
- Doitsidis, L., Fouskitakis, N.G., Varikou, N.K., Rigakis, I.I., Chatzichristofis, A.S., Papafilippaki, K.A., Birouraki, E.A. (2017). Remote monitoring of the *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae) population using an automated McPhail trap. *Computers and Electronics in Agriculture* 137, 69–78.
- Economopoulos, A.P., Raptis, A., Stavropoulou-Delivoria, A., Papadopoulos, A. (1986). Control of *Dacus oleae* by yellow sticky traps combined with ammonium acetate slow-release dispensers. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 11–16.

- Economopoulos, A.P., Haniotakis, E.G., Michelakis, S., Tsiropoulos, J.G., Zervas, A.G., Tsitsipis, A.J., Manoukas, G.A., Kiritsakis, A., Kinigakis, P. (1982). Population studies on the olive fruit fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae) in Western Crete. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 93(1–5), 463–476.
- Economopoulos, A.P., and Stavropoulou-Delivoria, A. (1984). Yellow sticky rectangle with ammonium acetate slow-release dispenser: an efficient long-lasting trap for *Dacus oleae*. *Entomologia Hellenica* 2(0), 17-23.
- Elbaum, R., Melamed-Bessudo, C., Boaretto, E., Galili E., Lev-Yadun, S., Levy, A., Weiner, S. (2006). Ancient olive DNA in pits: preservation, amplification and sequence analysis. *Journal of Archaeological Science* 33(1), 77–88.
- Eliopoulos, P.A. (2007). Evaluation of commercial traps of various designs for capturing the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *International Journal of Pest Management* 53(3), 245–252.
- Erler, F., and Tunç, I. (2001). A Survey (1992–1996) of natural enemies of diaspididae species in Antalya, Turkey. *Phytoparasitica* 29(4), 299–305.
- Estes, A. M., Nestel, D., Belcari, A., Jessup, A., Rempoulakis, P., Economopoulos, P.A. (2012). A basis for the renewal of sterile insect technique for the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Applied Entomology* 136(1–2), 1–16.
- Eti, C.N., Dogac, E., Taskin, G.B., Gokdere, G., Taskin, V. (2018). Population structure and patterns of geographic differentiation of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in Eastern Mediterranean Basin. *Mitochondrial DNA Part A*. 29(7), 1051–1062.
- FAO/IAEA (2009). Development of Bait Stations for Fruit Fly. Report and recommendations of the consultants group meeting organized by the Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, 1–15.
- FAOSTAT, (2016). Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Fletcher, B.S. and Kapatos, E.T. (1983). The Influence of Temperature, Diet and Olive Fruits on the Maturation Rates of Female Olive Flies At Different Times of the Year. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 33(3), 244–252.
- Fletcher, B.S., Pappas, S. and Kapatos, E. (1978). Changes in the ovaries of olive flies (*Dacus oleae* (Gmelin)) during the summer, and their relationship to temperature, humidity and fruit availability. *Ecological Entomology* 3(2), 99–107.

- Fouskitakis, G., Doitsidis, L., Varikou, K., Rigakis, I., Sarantopoulos, I., Mpirouraki, A., Papafilippaki, A., Barbopoulou, E., Chatzichristofis, S., Maniadaki, K. (2017). Integrated pest control for the olive-fruit fly: Remote pest monitoring and optimized bait-sprays. *CEUR Workshop Proceedings* 2030, 721–733.
- Galili, E., Stanley, J.D., Sharvit, J., Weinstein-Evron, M., (1997). Evidence for Earliest Olive-Oil Production in Submerged Settlements off the Carmel Coast, Israel. *Journal of Archaeological Science* 24(12), 1141–1150.
- Ganino, T., Bartolini, G. and Fabbri, A. (2006). The classification of olive germplasm. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 81(3), 319–334.
- Garantonakis, N., Varikou, K. and Birouraki, A. (2017). Influence of olive variety on biological parameters of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Applied Entomology and Zoology* 52(2), 189–196.
- Genç, H. (2014). Embryonic development of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* Rossi (Diptera: Tephritidae), in vivo. *Turkish Journal of Zoology* 38(5), 598–602.
- Genç, H., Schetelig, F.M., Nirmala, X., Handler, M.A. (2016). Germline transformation of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), with a piggyBac transposon vector. *Turkish Journal of Biology* 40(4), 845–855.
- Genç, H. and Nation, J. L.J. (2008). Survival and development of *Bactrocera oleae* Gmelin (Diptera: Tephritidae) immature stages at four temperatures in the laboratory. *African Journal of Biotechnology* 7(14), 2495-2500.
- Gil-Ortiz, R. (2015). Development of new ecological long-lasting dispensers of semiochemicals for the control of *Bactrocera oleae* (Rossi). *Pest Management Science* 71(12), 1685–1693.
- Girolami, V., Pisedda, A., Emer, D., Di Bernardo, A., Mazzon, L. and Signorini, R. (2007). Inhibitory effect of water assumption on attraction to ammonia, protein baits and bacteria in *Bactrocera oleae* (Gmelin). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 33-36.
- Giunti, G., Benelli, G., Conte, G., Mele, M., Caruso, G., Gucci, R., Flamini, G., and Canale, A. (2016). VOCs-Mediated Location of Olive Fly Larvae by the Braconid Parasitoid *Psytalia concolor*: A Multivariate Comparison among VOC Bouquets from Three Olive Cultivars. *BioMed Research International* 2016, 1-10.

- Gonçalves, A.M. and Andrade, L. (2014). The parasitoid complex associated with the olive fly, *Bactrocera oleae*, in Southern Portugal (Algarve). *IOBC/WPRS Bulletin* 108, 71-74.
- Gonçalves, F. and Torres, L. (2013). The use of trap captures to forecast infestation by the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae), in traditional olive groves in north-eastern Portugal. *International Journal of Pest Management* 59(4), 279–286.
- Gonzalez, D., Cabral, A.J., Torres, T., Santos, M. (2015). A cohort-based modelling approach for managing olive moth *Prays oleae* (Bernard, 1788) populations in olive orchards. *Ecological Modelling* 296, 46–56.
- Grasso, F., Coppola, M., Carbone, F., Baldoni, L., Alagna, F., Perrotta, G., PeÂrez-Pulido, J.A., Garonna, A., Facella, P., Daddiego, L., Lopez, L., Vitiello, A., Rao, R., Corrado, G. (2017). The transcriptional response to the olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) reveals extended differences between tolerant and susceptible olive (*Olea europaea* L.) varieties. *Public Library of Science* 12(8), 1-17.
- Green, P. S. (2002). A Revision of *Olea* L. (Oleaceae). *Kew Bulletin. Springer Royal Botanic Gardens* 57(1), 91-140.
- Gucci, R., Caruso, G., Canale, A. Loni, A., Raspi, A. (2012). Qualitative Changes of Olive Oils Obtained from Fruits Damaged by *Bactrocera oleae* (Rossi). *Hortscience* 47(2), 301–306.
- Gutierrez, A. P., Ponti, L. and Cossu, Q. A. (2009). Effects of climate warming on Olive and olive fly (*Bactrocera oleae* (Gmelin)) in California and Italy. *Climatic Change* 95(1–2), 195–217.
- Hamdan, A. (2016). Bionomics of Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) [Diptera: Tephritidae] Infesting Ten Olive Cultivars in the Southern Highlands of West-Bank, Palestine. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)* 27(3), 194–203.
- Hamilakis, I. (1996). Wine, oil and the dialectics of power in bronze age Crete: A review of the evidence. *Oxford Journal of Archaeology* 15(1), 1-32.
- Haniotakis, G. (2005). Olive pest control: Present status and prospects. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull* 28(9), 1-9.

- Hannachi, H., Breton, C., Msallem, M., Hadj, E.B.S., El Gazzah, M., Bervillé, A. (2010). Genetic Relationships between cultivated and wild olive trees (*Olea europaea* L. var. *europaea* and var. *sylvestris*) based on nuclear and chloroplast SSR'. *Natural Resources* 1, 95-103.
- Hatzopoulos, P., Banilas, G., Giannoulia, K., Gazis, F., Nikoloudakis, N., Dimitra Milioni, D., Haralampidis, K. (2002). Breeding, molecular markers and molecular biology of the olive tree. *European Journal of Lipid Science and Technology* 104(9–10), 574–586.
- Hegazi, E.M., Konstantopoulou, A.M., Herz, A., Mazomenos, B.E., W.E. Khafagi, E.W., Agamy, E., Zaitun, A., Abd El-Aziz, M.G., Showiel, S., Abdel-Rahman, M.S. (2009). Is mating disruption effective in controlling the olive moth, *Prays oleae*? *Crop Protection* 28(2), 181–189.
- Hepdurgun, B., Turanli, T. and Zümreoğlu, A. (2009). Control of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*, (Diptera: Tephritidae) through mass trapping and mass releases of the parasitoid *Psyttalia concolor* (Hymenoptera: Braconidae) reared on irradiated Mediterranean fruit fly. *Biocontrol Science and Technology* 19(sup1), 211–224.
- Hladnik, M. (2017). A review of plant protection against the olive fly (*Bactrocera oleae* (Rossi, 1790) Gmelin) and molecular methods to monitor the insecticide resistance alleles. *Acta agriculturae Slovenica* 109(1), 135.
- IAEA (International Atomic Energy Agency) (2003). Trapping guidelines for area-wide fruit fly programmes. *IAEA*, 47.
- Iannotta, N., Noce, E.M., Ripa, V., Scalercio, S., and Vizzarri, V. (2007). Assessment of susceptibility of olive cultivars to the *Bactrocera oleae* (Gmelin, 1790) and *Camarosporium dalmaticum* (Thüm.) Zachos & Tzav. -Klon. attacks in Calabria (Southern Italy). *Journal of Environmental Science and Health* 42(7), 789–793.
- Iannotta, N., Pellegrino, M., Perri, E., Perri, L. and De Rose, (2007). Mass trapping experiments with two different “Attract and Kill” devices for *Bactrocera oleae* (Gmelin). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 135-138.
- Jang, B.E. and Light, M.D. (1996). Olfactory semiochemicals of tephritids. *Fruit Fly Pests: A World Assessment of Their Biology and Management*. B.A. McPherson & G.J. Steck. pp. 73-84.

- Kakani, E.G., Nikos E Zygouridis, N., Tsoumani, K.T., Seraphides, N., Zalom, F.G., and Mathiopoulos, K.D. (2010). Spinosad resistance development in wild olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) populations in California. *Pest Management Science* 66(4), 447–453.
- Kakani, E.G., Trakala, M., Drosopoulou, E., Mavragani-Tsipidou, P., and Mathiopoulos K.D. (2013). Genomic structure, organization and localization of the acetylcholinesterase locus of the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*. *Bulletin of Entomological Research* 103(01), 36–47.
- Kakani, E.G., Sagri, E., Omirou, M., Ioannides, I.M. and Mathiopoulos K.D. (2014). Detection and geographical distribution of the organophosphate resistance-associated $\Delta 3Q$ ace mutation in the olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Rossi). *Pest Management Science* 70(5), 743–750.
- Kalaitzaki, A., Ioannou, A., Kapogia, E. and Kostas, P. (2014a). Bait sprays: Area wide control program against *Bactrocera oleae* in Greece. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC-WPRS Bulletin* 108, 91-93.
- Kalaitzaki, A., Perdikis, D., Marketaki, M., Gyftopoulos, N. and Paraskevopoulos, A. (2014b). Natural enemy complex of *Bactrocera oleae* in organic and conventional olive groves. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 108, 61-68.
- Kapatos, E. and Fletcher, B.S. (1983) Seasonal changes in the efficiency of McPhail traps and a model for estimating olive fly densities from trap catches using temperature data. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 33(1), 20–26.
- Kapatos, E. and Fletcher, B.S. (1984). The Phenology of the Olive Fly, *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae), in Corfu. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 97(1–5), 360–370.
- Katsoyannos, B.I. and Kouloussis, N.A. (2001). Captures of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* on spheres of different colours. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 100(2), 165–172.
- Katsoyannos, P. (1984). The establishment of *Rhyzobius forestieri* [Col.: Coccinellidae] in Greece and its efficiency as an auxiliary control agent against a heavy infestation of *Saissetia oleae* [Hom.: Coccidae]. *Entomophaga* 29(4), 387–397.

- Kennett, C. E. (1967). Biological control of olive scale, *Parlatoria oleae* (Colvée), in a deciduous fruit Orchard in California. *Entomophaga* 12(4), 461–474.
- Kikionis, S., Ioannou, E., Konstantopoulou, M., and Roussis, B. (2017). Electrospun Micro/Nanofibers as Controlled Release Systems for Pheromones of *Bactrocera oleae* and *Prays oleae*. *Journal of Chemical Ecology* 43(3), 254–262.
- Konstantopoulou, M.A. and Mazomenos, B.E. (2005). Evaluation of *Beauveria bassiana* and *B. brongniartii* strains and four wild-type fungal species against adults of *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata*. *BioControl* 50(2), 293–305.
- Koveos, D.S. and Tzanakakis, M.E. (1990). Effect of the presence of olive fruit on ovarian maturation in the olive fruit fly, *Dacus oleae*, under laboratory conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 55(2), 161–168.
- Kozanek, M. and Caceres, C. (2007). Sterile insect technique (SIT) – an environmentally friendly approach to controlling major fruit-fly pests. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 109.
- Krosch, M., Schutze, M.K., Armstrong, K.F., Graham, G.C., Yeates, D.K. and Clarke, A.R. (2012). A molecular phylogeny for the Tribe Dacini (Diptera: Tephritidae): Systematic and biogeographic implications. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 64(3), 513–523.
- Kyriakidis, N. B. and Dourou, E. (2002). Effect of storage and dacus infection of olive fruits on the quality of the produced virgin olive oil. *Journal of Food Lipids* 9(1), 47–55.
- Levinson, H. Z. and Levinson, A. R. (1984). Botanical and chemical aspects of the olive tree with regards to fruit acceptance by *Dacus oleae* (Gmelin) and other frugivorous animals. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 98(1–5), 136–149.
- Liaropoulos, C., Mavraganis, V.G., Broumas, T. and Ragoussis, N. (2005). Field tests on the combination of mass trapping with the release parasite *Opius concolor* (Hymenoptera: Braconidae), for the control of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 28(9), 77–81.
- Linos, A., Nikoloudakis, N., Katsiotis, A., and Hagidimitriou, M. (2014). Genetic structure of the Greek olive germplasm revealed by RAPD, ISSR and SSR markers. *Scientia Horticulturae* 175, 33–43.

- Lipshitz, N., Gophna, R., Hartman, M. and Bigerh, G. (1991). The beginning of olive (*Olea europaea*) cultivation in the old world: A reassessment. *Journal of Archaeological Science* 18(4), 441–453.
- Liscia, A., Angioni, P., Sacchetti, P., Poddighe, S., Granchietti, A., Setzu, M.D and Belcari, A. (2013). Characterization of olfactory sensilla of the olive fly: Behavioral and electrophysiological responses to volatile organic compounds from the host plant and bacterial filtrate. *Journal of Insect Physiology* 59(7), 705–716.
- Lumaret, R., Ouazzani, N., Michaud, H., Vivier, G., Deguilloux, M-F. and Di Giusto, F. (2004). Allozyme variation of oleaster populations (wild olive tree) (*Olea europaea* L.) in the Mediterranean Basin. *Heredity. Nature Publishing Group* 92(4), 343–351.
- Malacrino, A., Ouazzani, N., Michaud, H., Vivier, G., Deguilloux, M-F. and Di Giusto, F. (2015). Molecular analysis of the fungal microbiome associated with the olive fruit fly *Bactrocera oleae*. *Fungal Ecology* 18, 67–74.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P. and Pereira, J.A. (2015). A review of *Bactrocera oleae* (Rossi) impact in olive products: From the tree to the table. *Trends in Food Science & Technology* 44(2), 226–242.
- Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S.C., Baptista, P. and Pereira, J.A. (2015a). Olive Volatiles from Portuguese Cultivars Cobrançosa, Madural and Verdeal Transmontana: Role in Oviposition Preference of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Public Library of Science* 10(5), e0125070.
- Malheiro, R., Casal, S., Baptista, P. and Pereira, J.A. (2015b). Physico-chemical characteristics of olive leaves and fruits and their relation with *Bactrocera oleae* (Rossi) cultivar oviposition preference. *Scientia Horticulturae* 194, 208–214.
- Malheiro, R., Casal, S., Cunha, S.C., Baptista, P. and Pereira, J.A. (2016). Identification of leaf volatiles from olive (*Olea europaea*) and their possible role in the ovipositional preferences of olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae). *Phytochemistry* 121, 11–19.
- Malheiro, R., Ortiz A., Casal, S., Baptista, P. and Pereira, J.A. (2015c). Electrophysiological response of *Bactrocera oleae* (Rossi) (Diptera: Tephritidae) adults to olive leaves essential oils from different cultivars and olive tree volatiles. *Industrial Crops and Products* 77, 81-88.

- Marchini, D., Petacchi, R. and Marchi, S. (2017). *Bactrocera oleae* reproductive biology: New evidence on wintering wild populations in olive groves of Tuscany (Italy). *Bulletin of Insectology* 70(1), 121–128.
- Marubbi, T., Cassidy, C., Miller, E., Koukidou, M., Martin-Rendon, E., Warner, S., Loni, A. and Beech, C. (2017). Exposure to genetically engineered olive fly (*Bactrocera oleae*) has no negative impact on three non-target organisms. *Scientific Reports* 7(1), 11478.
- Mavragani-Tsipidou, P. (2002). Genetic and Cytogenetic Analysis of the Olive Fruit Fly *Bactrocera Oleae* (Diptera: Tephritidae). *Genetica* 116(1), 45–57.
- Mazomenos, B.E., Ortiz', A., Mazomenos-Pantazi, A., Stefanou, D., N. Stavrakis, N., Karapati, C. and Fountoulakis, M. (1999). Mating disruption for the control of the olive moth, *Prays oleae* (Bern) (Lep., Yponomeutidae) with the ajor sex pheromone component. *Journal of Applied Entomology* 123(4), 247–254.
- Mazomenos, B.E., Pantazi-Mazomenou, A. and Stefanou, D. (2002). Attract and kill of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* in Greece as a part of an integrated control system. *IOBC wprs Bulletin*, 25.
- Moriondo, M., Stefanini, F. M. and Bindi, M. (2008). Reproduction of olive tree habitat suitability for global change impact assessment. *Ecological Modelling* 218(1–2), 95–109.
- Mraicha, F., Ksantini, M., Zouch, O., Ayadi, M., Sayadi, S. and Bouaziz, M. (2010). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from Chemlali cultivar during ripening. *Food and Chemical Toxicology* 48(11), 3235–3241.
- Nardi, F., Carapelli, A., Boore, J.L., Roderick, G.K., Dallai, R. and Frati, F. (2010). Domestication of olive fly through a multi-regional host shift to cultivated olives: Comparative dating using complete mitochondrial genomes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57(2), 678–686.
- Nardi, F., Carapelli, A., Dallai, R., Roderick, G.K. and Frati, F. NARDI, F. (2005). Population structure and colonization history of the olive fly, *Bactrocera oleae* (Diptera, Tephritidae). *Molecular Ecology* 14(9), 2729–2738.
- Nardi F. and Frati F. (2011). The olive fly *Bactrocera oleae* keeping up in an everchanging environment. 10th Team Newsletter, nucleus.iaea.org. Available at < [http://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Newsletters/10th TEAM Newsletter Jun 2011.pdf](http://nucleus.iaea.org/sites/naipc/twd/Newsletters/10th%20TEAM%20Newsletter%20Jun%202011.pdf)> [Accessed: 22 October 2018]

- Navarro-Llopis, V., Alfaro, C., Primo, J. and Vacas, S. (2011). Response of two tephritid species, *Bactrocera oleae* and *Ceratitis capitata*, to different emission levels of pheromone and parapheromone. *Crop Protection* 30(7), 913–918.
- Navarro-Llopis, V. and Vacas, S. (2014). Mass Trapping for Fruit Fly Control. In *Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies*. T. Shelly, N. Epsky, E.B. Jang, J. Reyes-Flores & R. Vargas, pp. 513–555.
- Navrozidis, E., Zartaloudis, Z., Thomidis, T., Karagiannidis, N., Roubos, K. and Michailides, Z. (2007). Effect of Soil Plowing and Fertilization on the Susceptibility of Four Olive Cultivars to the Insect *Bactrocera oleae* and the Fungi *Sphaeropsis dalmatica* and *Spilocaea oleagina*. *Phytoparasitica* 35(5), 429–432.
- NBN Atlas (2018). Tephritidae [Online]. Available at <<https://species.nbnatlas.org/species/NBNSYS0000161108>> [Accessed 24 October 2018]
- Neunschwander, P. (1985). Factors affecting the susceptibility of fruits of different olive varieties to attack by *Dacus oleae* (Gmel.) (Dipt., Tephritidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 100(1–5), 174–188.
- Neuenschwander, P. and Michelakis, S. (1978). The infestation of *Dacus oleae* (Gmel.) (Diptera, Tephritidae) at harvest time and its influence on yield and quality of olive oil in Crete. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 86(1–4): 420–433.
- Nicetic, O., Cho, Y. R. and Rae, D. J. (2011). Impact of physical characteristics of some mineral and plant oils on efficacy against selected pests. *Journal of Applied Entomology* 135(3), 204–213.
- Ordano, M., Engelhard, I., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Blum, M., Yasin, S., Lensky, I.M., Papadopoulos, N.T. and Nestel, D. (2015). Olive Fruit Fly (*Bactrocera oleae*) Population Dynamics in the Eastern Mediterranean: Influence of Exogenous Uncertainty on a Monophagous Frugivorous Insect. *Public Library of Science* 10(5), e0127798.
- Orphanides, G.M. (1990). Bioecology of the black scale *Saissetia oleae* (Olivier) (Homoptera: Coccidae) in Cyprus. Available at: <<http://e-library.ari.gov.cy/dspace/bitstream/0/399/1/tb112-orphanides.pdf>>
- Orphanides, G.M. (1993). Control of *Saissetia oleae* (Hom.: Coccidae) in Cyprus through establishment of *Metaphycus barletti* and *M. Helvolus* (Hym.: Encyrtidae). *Entomophaga* 38(2), 235–239.

- Ouguas, Y. and Chemseddine, M. (2011). Effect of pruning and chemical control on *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera, Coccidae) in olives. *Fruits*. 66(3): 225–234.
- Papadopoulos, N.T. (2014). Fruit Fly Invasion: Historical, Biological, Economic Aspects and Management. In *Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies*. T. Shelly, N. Epsky, E.B. Jang, J. Reyes-Flores & R. Vargas. pp. 219–252.
- Pappas, M.L., Broufas, G.D., Koufali, N., Pieri, P. and Koveos, D. S. (2011). Effect of heat stress on survival and reproduction of the olive fruit fly *Bactocera* (*Dacus*) *oleae*. *Journal of Applied Entomology* 135(5), 359–366.
- Paraskakis, M., Neuenschwander, P. and Michelakis, S. (1980). *Saissetia oleae* (Oliv.) (Hom., Coccidae) and its parasites on olive trees in Crete, Greece. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* (1–5), 450–464.
- Pereira, J.A., Alves, M.R., Casal, S. and Oliveira, M.B.P.P. (2004). Effect of olive fruit fly infestation on the quality of olive oil from cultivars Cobrancosa, Madural and Verdeal Transmontana. *Italian Journal of Food Science* 16(3), 355-365.
- Perović, T., Hrnčić, S., Pucci, C., Adakalić, M. and Lazović, B. (2014). Optimization of insecticide application timing in the control of olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmel. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC-WPRS Bulletin* 108, 99-104.
- Perri, E., Iannotta, P.E., Muzzalupo, N., Russo, I., Caravita, A., Pellegrino, Parise, M. A. and Tucci, P. (2006). Kaolin protects olive fruits from *Bactrocera oleae* (Gmelin) infestations unaffected olive oil quality. *IOBC/WPRS Bulletin* 30(9), 153.
- Petacchi, R., Marchi, S., Federici, S. and Ragaglini, G. (2015). Large-scale simulation of temperature-dependent phenology in wintering populations of *Bactrocera oleae* (Rossi). *Journal of Applied Entomology* 139(7), 496–509.
- Petrakis, P. V. (2000). Larval performance in relation to oviposition site preference in olive kernel moth (*Prays oleae* Bern., Yponomeutidae, Praydina). *Agricultural and Forest Entomology* 2(4), 271–282.
- Picchi, M.S., Boccia, G., Petacchia, R., and Entling, M.H. (2016). Effects of local and landscape factors on spiders and olive fruit flies. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 222, 138–147.

- Picchi, M.S., Marchi, S., Albertini, A. and Petacchi, R. (2017). Organic management of olive orchards increases the predation rate of overwintering pupae of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Biological Control* 108, 9–15.
- Piñero, J.C., Enkerlin, W. and Epsky, N.D. (2014). Recent Developments and Applications of Bait Stations for Integrated Pest Management of Tephritid Fruit Flies. In *Trapping and the Detection, Control, and Regulation of Tephritid Fruit Flies*. T. Shelly, N. Epsky, E.B. Jang, J. Reyes-Flores & R. Vargas, pp. 457–492.
- Ponti, L., Gutierrez, A.P., Rutid, P.M. and Dell'Aquilad, A. (2014). Fine-scale ecological and economic assessment of climate change on olive in the Mediterranean Basin reveals winners and losers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111(15), 5598–603.
- Pontikakos, C.M., Tsiligridis, T.A., Yialouris, C.P. and Kontodimas, D.C. (2012). Pest management control of olive fruit fly (*Bactrocera oleae*) based on a location-aware agro-environmental system. *Computers and Electronics in Agriculture* 87, 39–50.
- Potamitis, I., Rigakis, I. and Fysarakis, K. (2015). Insect Biometrics: Optoacoustic Signal Processing and Its Applications to Remote Monitoring of McPhail Type Traps. *Public Library of Science* 10(11), 1-32.
- Prokopy, R.J., Economopoulos, A.P. and McFadden, M.W. (1975). Attraction of wild and laboratory – cultured *Dacus oleae* flies to small rectangles of different hues, shades, and tints. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 18(2), 141–152.
- Pucci, C., Dominici, M., Prosperi, G. and Forcina, A. (1986). Population dynamics of *Saissetia oleae* (Oliv.) (Homoptera, Coccidae) on the olive tree. *Journal of Applied Entomology* 102(1–5), 476–483.
- Ramezani, S., Blibech, I., Rei, F.R., 3, van Asch, B. and da Costa, L.T. (2015). *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) in Iran: An invasion from the Middle West. *European Journal of Entomology* 112(4), 713–721.
- Ramos, P., Rosales, R., Sabouni, I., Garrido, D. and Ramos, J.M. (2008). Crop losses due to olive moth mediated by ethylene. *Pest Management Science* 64(7), 720–724.
- Ramos, P., Campos, M. and Ramos, J. M. (1998). Long-term study on the evaluation of yield and economic losses caused by *Prays oleae* Bern. in the olive crop of Granada (southern Spain). *Crop Protection* 17(8), 645–647.

- Raspi, A., Canale, A. and Loni A. (2005). Presence of mature eggs in olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera Tephritidae), at different constant photoperiods and at two temperatures. *Bulletin of Insectology* 58 (2), 125-129.
- Rice, R.E. (2001). Bionomics of the Olive Fruit Fly *Bactrocera (Dacus) oleae*. *Plant Protection Quarterly* 40(3), 1-5.
- Rice, R.E., Phillips, P.A., Stewart-Leslie, J. and Sibbett, G.S. (2003). Olive fruit fly populations measured in Central and Southern California. *California Agriculture* 57(4), 122–127.
- Rizzi, I., Petacchi, R. and Guidotti, D. (2005). Mass trapping technique in *Bactrocera oleae* control in Tuscany Region: results obtained at different territorial scale. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 28(9), 83-90.
- Rizzo, R. and Caleca, V. (2006). Resistance to the attack of *Bactrocera oleae* (Gmelin) of some sicilian olive cultivars. *Olivebioteq* II, 35–42.
- Rizzo, R., Caleca, V. and Lombardo, A. (2012). Relation of fruit color, elongation, hardness, and volume to the infestation of olive cultivars by the olive fruit fly, *Bactrocera oleae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 145(1), 15–22.
- Rochat, J. and Gutierrez, A.P. (2001). Weather-mediated regulation of olive scale by two parasitoids. *Journal of Animal Ecology* 70(3), 476–490.
- Rosales, R., Sabouni, I., Chibi, F., Garrido, D. and Ramos, J.M. (2008). Comparing the benefits between pesticides and ethylene treatments in reducing olive moth population numbers and damage. *International Journal of Pest Management* 54(4), 327–331.
- Rugini, E., Cristofori, V. and Silvestri, C. (2016). Genetic improvement of olive (*Olea europaea* L.) by conventional and in vitro biotechnology methods. *Biotechnology Advances* 34(5), 687–696.
- Runnels, C.N. and Hansen, J. (1986). The olive in the prehistoric Aegean: The evidence for domestication in the early bronze age. *Oxford Journal of Archaeology* 5(3), 299–308.
- Sabouni, I., Rosales, R., Garrido, D. and Ramos, J.M. (2008). The use of ethylene diffusers is comparable to treatments with sprayed ethylene to reduce the damage caused by the olive moth (*Prays oleae* Bern.). *Journal of Pest Science* 81(4), 193–197.

- Sagri, E., Reczko, M., Tsoumani, K.T., Gregoriou, M.E., Harokopos, V., Mavridou, A.M., Tastsoglou, S., Athanasiadis, K., Ragoussis, J. and Mathiopoulos, K.D. (2014). The molecular biology of the olive fly comes of age. *BMC Genetics* 15(Suppl 2), S8.
- Sasso, R. and Viggiani, G. (2007). Preliminary notes on the gall midges (Diptera: Cecidomyiidae) associated with the olive fly, *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae). *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 30(9), 43-46.
- Segura, M.D., Callejas, C. and Ochando, M.D. (2008). *Bactrocera oleae*: A single large population in Northern Mediterranean basin. *Journal of Applied Entomology* 132(9–10), 706–713.
- Seifi, E., Guerin, J., Kaiser, B. and Sedgley, M. (2013). Flowering and fruit set in olive: a review. *Iranian Journal of Plant Physiology* 5(2), 1263–1272.
- Shaked, B., Amore, A., Ioannou, C., Valdés, F., Alorda, B., Papanastasiou, S., Goldshtein, E., Shenderoy, C., Leza, M., Pontikakos, C., Perdakis, D., Tsiligiridis, T., Tabilio, M.R., Sciarretta, A., Barceló, C., Athanassiou, C., Miranda, M.A., Alchanatis, V., Papadopoulos, N. and Nestel, D. (2018). Electronic traps for detection and population monitoring of adult fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Applied Entomology* 142(1–2), 43–51.
- Shehata, W.A., Abou-Elkhair, S.S, Stefanos, S.S., Youssef, A.A. and Nasr, F.N. (2003). Biological studies on the olive leaf moth, *Palpita unionalis* Hübner (Lepid., Pyralidae), and the olive moth, *Prays oleae* Bernard (Lepid., Yponomeutidae). *Journal of Pest Science* 76(6), 155–158.
- Solinas, M., Rebora, M., DE Cristofaro, A., Rotundo, G., Girolami, V., Mori, N. and DI Bernado, A. (2001). Functional morphology of *Bactrocera oleae* Gmel. (Diptera: Tephritidae) tarsal chemosensilla involved in interactions with the host-plant. *Entomologia* 35, 103–123.
- Stathas, J.G., Bouras, L.S., Eliopoulos, A.E., Emmanouel, G.N. (2005). Control of Diaspidid Scales on Olive Trees by releasing Coccinellid Predators. *Integrated Protection of Olive Crops IOBC/wprs Bull.* 28(9), 147-155.
- Stratopoulou, E.T. and Kapatos, E.T. (1998). Key factors and regulation of population of *Saissetia oleae* (Hom., Coccidae) on olive trees in the region of Magnesia, Greece. *Journal of Applied Entomology* 122(1–5), 501–507.

- Tena, A. (2007). *Black scale Saissetia oleae (Hemiptera: Coccidae) on citrus and olives: population structure and biological control*. PhD, Universidad Politécnica Valencia, Departamento de Ecosistemas Agroforestales E.T.S. Ingenieros Agronomos, Valencia, Camino de Vera
- Tena, A. and Garcia-Marí, F. (2009). Brood size, sex ratio and egg load of *Metaphycus lounsburyi* (Hymenoptera: Encyrtidae) when parasitizing adult females of black scale *Saissetia oleae* (Hemiptera: Coccidae) in the field. *Biological Control* 51(1), 110–115.
- Tena, A., Soto, A. and Garcia-Marí, F. (2008). Parasitoid complex of black scale *Saissetia oleae* on citrus and olives: parasitoid species composition and seasonal trend. *BioControl* 53(3), 473–487.
- Terral, J.-F., Alonso, A., Capdevila, B.R.i, Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Marínval, P., Jordá, G.P., Pradat, B., Rovira, N. and Alibert, P. (2004). Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archaeological material. *Journal of Biogeography* 31(1), 63–77.
- Therios, I. N. (2009). *Olives*. CABInternational, United Kingdom
- Torrini, G., Mazza, G., Benvenuti, C. and Roversi, P.F. (2017). Susceptibility of olive fruit fly, *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) pupae to entomopathogenic nematodes. *Journal of Plant Protection Research* 57(3), 318–320.
- Tsitsipis, J. Margaritopoulos, T.J., Skouras P., Mathiopoulos, K., and Serafides, N. (2007). Resistance to organophosphates in *Bactrocera oleae* in Greece and Cyprus. *Integrated Protection of Olive Crops. IOBC/wprs Bull.* 30(9): 119–123.
- Turner, G., Beech, C. and Roda, L. (2018). Means and ends of effective global risk assessments for genetic pest management. *BMC Proceedings* 12(S8) p. 13.
- Tzanakakis, M.E. (2006). *Insects and mites feeding on olive: distribution, importance, habits, seasonal development and dormancy*. Brill Leiden, Boston
- Tzanakakis, M.E. (2008). Olive Fruit Fly, *Bactrocera oleae* (Rossi) (=Dacus oleae) (Diptera: Tephritidae). In *Encyclopedia of Entomology*. J.L. Capinera. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 2666–2669.
- Vargas, P. and Kadereit, J.W. (2001). Molecular fingerprinting evidence (ISSR, Inter-Simple Sequence Repeats) for a wild status of *Olea europaea* L. (Oleaceae) in the Eurosiberian North of the Iberian Peninsula. *Flora* 196(2), 142–152.

- Varikou, K., Alexandrakis, V., Gika, V., Birouraki, A., Marnelakis, C. and Sergeantani, C. (2013). Estimation of fly population density of *Bactrocera oleae* in olive groves of Crete. *Phytoparasitica* 41(1), 105–111.
- Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A., Ioannou, A. and Kapogia, E. (2016). Improvement of bait sprays for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection* 81, 1–8.
- Varikou, K., Garantonakis, N., Birouraki, A., Gkilpathi, D. and Kapogia, E. (2017). Refreshing bait spots in an olive orchard for the control of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae). *Crop Protection* 92, 153–159.
- Varikou, K., Garantonakis, N. and Birouraki, A. (2014). Comparative field studies of *Bactrocera oleae* baits in olive orchards in Crete. *Crop Protection* 65, 238–243.
- Villa, M., Santos, S.A.P., Mexia, A., Bento, A. and Pereira, J.A. (2016). Ground cover management affects parasitism of *Prays oleae* (Bernard). *Biological Control* 96, 72–77.
- Virgilio, M., Jordaens, K., Verwimp, C., White, I.M. and De Meyer, M. (2015). Higher phylogeny of frugivorous flies (Diptera, Tephritidae, Dacini): Localised partition conflicts and a novel generic classification. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 85, 171–179.
- Virgilio, M., White, I. and De Meyer, M. (2014). A set of multi-entry identification keys to African frugivorous flies (Diptera, Tephritidae). *ZooKeys* 428, 97–108.
- Vossen, P. (2003). The spanish “olipe” trap. *University of California Cooperative Extension* 95403.
- Vossen, P., Varela, L. and Devarenne, A. (2006). Olive fruit fly. *University of California Cooperative Extension*, 1–4.
- Wang, X.-G., Johnson, M.W., Daane, K.M. and Yokoyama, V.Y. (2009). Larger olive fruit size reduces the efficiency of *Psytalia concolor*, as a parasitoid of the olive fruit fly. *Biological Control* 49(1), 45–51.
- Wang, X.-G., Johnson, M.W., Opp, S.O., Krugner, R. and Daane, K.M. (2011). Honeydew and insecticide bait as competing food resources for a fruit fly and common natural enemies in the olive agroecosystem. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 139(2), 128–137.
- Wang, X.-G., Nadela, H., Johnson, M.W., Daane, K.M., Hoelmerc, K., Walton, V.M., Pickette, C.H. and Simeet, K.R. (2009). Crop domestication relaxes both top-

- down and bottom-up effects on a specialist herbivore. *Basic and Applied Ecology* 10(3), 216–227.
- Yamvrias, C. and Young, E.C. (1977). Trials using *Bacillus thuringiensis* to control the olive moth, *Prays oleae* in Greece in 1976. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 84(1–4), 436–440.
- Yasin, S., Rempoulakis, P., Nemny-Lavy, E., Levi-Zada, A., Tsukada, M., Papadopoulos, N.T. and Nestel, D. (2014). Assessment of lure and kill and mass-trapping methods against the olive fly, *Bactrocera oleae* (Rossi), in desert-like environments in the Eastern Mediterranean. *Crop Protection* 57, 63–70.
- Yokoyama, V.Y. (2012). Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California: Longevity, Oviposition, and Development in Canning Olives in the Laboratory and Greenhouse. *Journal of Economic Entomology* 105(1), 186–195.
- Yokoyama, V.Y. (2015). Olive Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) in California Table Olives, USA: Invasion, Distribution, and Management Implications. *Journal of Integrated Pest Management* 6(1).
- Yokoyama, V.Y., Rendón, P.A. and Sivinski, J. (2006). Biological control of olive fruit fly (Diptera: Tephritidae) by releases of *Psytalia* cf. *concolor* (Hymenoptera: braconidae) in California, parasitoid longevity in presence of the Host, and Host status of Walnut Husk fly. *Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance* 10-15 September 2006, pp. 157–164.
- Yousef, M., Alba-Ramírez, C., Jurado, I.G., Mateu, J., Díaz, S.R., Valverde-García, P. and Quesada-Moraga, E. (2018). *Metarhizium brunneum* (Ascomycota; Hypocreales) Treatments Targeting Olive Fly in the Soil for Sustainable Crop Production. *Journal Frontiers in Plant Science* 9, p. 1.
- Yousef, M. and Andre, D. (2013). Biocontrol of *Bactrocera oleae* (Diptera: Tephritidae) With *Metarhizium brunneum* and Its Extracts. *Journal Economic Entomology* 106(3), 1118–1125.
- Youssef, A.I., Nasr, F.N., Stefanos, S.S., Elkhair, S.S.A., Shehata, W.A, Agamy, E., Herz, A. and Hassan, S.A. (2004). The side-effects of plant protection products used in olive cultivation on the hymenopterous egg parasitoid *Trichogramma cacoeciae* Marchal. *Journal of Applied Entomology* 128(9–10), 593–599.
- Zohary, D. and Spiegel-Roy, P. (1975). Beginnings of Fruit Growing in the Old World. *Science* 187(4174), 319–327.

- Zygouridis, N., Augustinos, A.A., Zalom, F.G. and KD Mathiopoulos, K.D. (2009). Analysis of olive fly invasion in California based on microsatellite markers. *Heredity* 102, 402–412.
- Γιαμβριάς, Χ. (1998). *Εντομολογικοί εχθροί ελιάς*. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 81-101.
- Δ.Α.Ο.Κ., (2014). ΑΔΑ: ΒΙΦ57ΛΡ-11Β: Προκήρυξη Επαναληπτικού Ανοικτού Διεθνούς Δημόσιου Διαγωνισμού για την ανάδειξη αναδόχου του έργου : «Ανάδειξη εργολάβων για τον από εδάφους δολωματικό ψεκασμό ελαιοδέντρων στα πλαίσια του Προγράμματος Συλλογικής Καταπολέμησης του Δάκου της Ελιάς έτους 2014 στις Περιφερειακές Ενότητες Μαγνησίας και Σποράδων. Δ/ση Αγροτικής Οικονομίας & Κτηνιατρικής Π.Ε. Μαγνησίας & Σποράδων.
- Θερίος, Ι.Ν. (2015). *Ελαιοκομία*. Εκδόσεις Γαρταγάνης, σελ. 342-344.
- Παναγόπουλος, Χ.Γ. (1993). *Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου*. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, Αθήνα, σελ. 177.
- Σφακιωτάκης, Ε.Μ. (1996). *Μαθήματα Ελαιοκομίας*. Εκδόσεις τυρο ΜΑΝ, Θεσσαλονίκη, σελ. 56.
- Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων (2018). Κατάλογος δραστικών ουσιών κατά καλλιέργεια και έντομο (εχθρό) [Online]. Available at http://www.minagric.gr/syspest/SYSPEST_ENEMY_dron.aspx [Accessed 21 October 2018]

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Συλλήψεις αρσενικών και θηλυκών ατόμων του δάκου της ελιάς, ανά τύπο ελαιώνα, αυτοφυείς ή καλλιεργούμενες και εβδομάδα συλλήψεων. Οι συγκρίσεις των μέσων όρων, εντός της εβδομάδας έγιναν με το κριτήριο $t \text{ test} < 0,05$

Ελαιώνας	Μέσος όρος συλλήψεων ανά εβδομάδα																
	8/4/2017	22/4/2017	14/10/2017	4/11/2017	25/11/2017	2/12/2017	9/12/2017	23/12/2017	6/1/2018	10/2/2018	24/2/2018	17/3/2018	9/6/2018	16/6/2018	23/6/2018	30/6/2018	7/7/2018
Αυτοφυείς	2,8	1,8	2,8	8,4	18,8	21,4	20	11,4	21,8	21,4	1,8	69,8	7,4	7,6	1,8	2,4	2
Εμπορικός	0	0	0,4	0,6	1,8	2,2	5,4	0,8	3,4	1	0,2	33,6	28,4	42	62,8	18,4	14,4
Πιθανότητα (t-test)	0,012	0,027	0,043	0,013	0,007	0,009	0,010	0,018	0,007	0,036	0,050	0,034	0,003	0,020	0,014	0,006	0,033

Πίνακας 2. Μέσος όρος συλλήψεων (\pm SE) στους δυο ελαιώνες καθ' όλη την πειραματική περίοδο. Η σύγκριση των μέσων ορών έγινε με το κριτήριο t (t test < 0,05)

Ελαιώνας	Μέσος όρος συλλήψεων \pm SE			
	Αρσενικά	Θηλυκά	Σύνολο	Άλλα έντομα
Αυτοφυής	27,4	14,4	20,9	23,8
Εμπορικός	18,7	12,8	15,7	20,1
t test	0,056	0,406	0,105	0,157

Πίνακας 3. Συνολικές συλλήψεις ανά παγίδα των αρσενικών, των θηλυκών, των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς, των άλλων ειδών εντόμων και το σύνολο των συλλήψεων

Τύπος ελαιώνα	No παγίδας	Αρσενικά δάκου	Θηλυκά δάκου	Αρσενικά + θηλυκά δάκου	Άλλα έντομα	Συνολικά έντομα/ παγίδα
Αυτοφυής	1	372	196	568	433	1569
''	2	428	249	677	429	1783
''	3	488	247	735	318	1788
''	4	536	232	768	406	1942
''	5	447	229	676	320	1672
Σύνολο Αυτοφυής		2271	1153	3424	1906	8754
Εμπορικός	6	255	186	441	307	1189
''	7	410	283	693	228	1614
''	8	447	255	702	399	1803
''	9	257	168	425	345	1195
''	10	132	131	263	330	856
Σύνολο Εμπορικός		1501	1023	2524	1609	6657
	Σύνολο συλλήψεων	3772	2176	5948	3515	15411

Πίνακας 4. Σύγκριση των μέσων όρων συλλήψεων των αρσενικών του δάκου της ελιάς με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων και με τη διαδικασία LSD για συγκρίσεις ανά δυο ζεύγη ελκυστικών.

(I) Ελκυστικό	(J) Ελκυστικό	Διαφορές των μέσων (I-J)	df	P
Ammonia (As)	Biodelear	.1000	1	.926
	Entomela	2.4000a	1	.026
Biodelear (Bi)	Ammonia	-.1000	1	.926
	Entomela	2.3000a	1	.033
Entomela (En)	Ammonia	-2.4000a	1	.026
	Biodelear	-2.3000a	1	.033
a: Η διαφορά του μέσου είναι σημαντική για $P < 0,05$				

Πίνακας 5. Σύγκριση των μέσων όρων συλλήψεων των θηλυκών του δάκου της ελιάς με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων και με τη διαδικασία LSD για συγκρίσεις ανά δυο ζεύγη ελκυστικών.

(I) Ελκυστικό	(J) Ελκυστικό	Διαφορές των μέσων (I-J)	df	P
Ammonia (As)	Biodelear	.7000	1	.418
	Entomela	1.9000a	1	.028
Biodelear (Bi)	Ammonia	-.7000	1	.418
	Entomela	12.000	1	.165
Entomela (En)	Ammonia	-1.9000a	1	.028
	Biodelear	-12.000	1	.165
a: Η διαφορά του μέσου είναι σημαντική για $P < 0,05$				

Πίνακας 6. Σύγκριση των μέσων όρων συλλήψεων των αρσενικών και θηλυκών του δάκου της ελιάς με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων και με τη διαδικασία LSD για συγκρίσεις ανά δυο ζεύγη ελκυστικών.

(I) Ελκυστικό	(J) Ελκυστικό	Διαφορές των μέσων (I-J)	df	P
Ammonia (As)	Biodelear	.8000	1	.658
	Entomela	4.3000a	1	.018
Biodelear (Bi)	Ammonia	-.8000	1	.658
	Entomela	35.000	1	.053
Entomela (En)	Ammonia	-4.3000a	1	.018
	Biodelear	-35.000	1	.053
a: Η διαφορά του μέσου είναι σημαντική για $P < 0,05$				

Πίνακας 7. Σύγκριση των μέσων όρων συλλήψεων των άλλων εντόμων με τη χρήση γενικευμένων γραμμικών μοντέλων και με τη διαδικασία LSD για συγκρίσεις ανά δυο ζεύγη ελκυστικών.

(I) Ελκυστικό	(J) Ελκυστικό	Διαφορές των μέσων (I-J)	df	P
Ammonia (As)	Biodelear	-599.000	1	.053
	Entomela	-124.6000a	1	.000
Biodelear (Bi)	Ammonia	599.000	1	.053
	Entomela	-64.7000a	1	.036
Entomela (En)	Ammonia	124.6000a	1	.000
	Biodelear	64.7000a	1	.036
a: Η διαφορά του μέσου είναι σημαντική για $P < 0,05$				